



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

# Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren

*Secure establishment of oil seed rape by shallow spring tillage*

Hilding Tornerhjelm

Magisteruppsats i markvetenskap  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2016:03

Uppsala 2016



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för mark och miljö

Hilding Tornerhjelm

Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren  
Secure establishment of oil seed rape by shallow spring tillage

Handledare: Johan Arvidsson och Åsa Myrbeck, institutionen för mark och miljö, SLU  
Examinator: Ingmar Messing, institutionen för mark och miljö, SLU

EX0728, Självständigt arbete i markvetenskap – magisterarbete, 30 hp, Avancerad nivå, A1E  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Serienamn: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2016:03

Uppsala 2016

Nyckelord: jordbearbetning, vårraps, såbädd, såtidpunkt, jordloppor, uppkomst

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>



## Förord

Detta arbete är gjort i kursen "Självständigt arbete i markvetenskap - magisterarbete - 30 hp" och är D-uppsatsen för agronomprogrammet med mark/växt inriktning. Agronomprogrammet är 4,5 år och omfattar 270 hp. Arbetet är skrivet inom ämnet jordbearbetning vid institutionen mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Åsa Myrbeck vid institutionen för mark och miljö för kvalificerad handledning under arbetets gång. Jag vill även tacka Johannes Forkman vid institutionen för växproduktionsekologi för hjälp med den statistiska analysen. Jag vill också rikta ett tack till försökstekniker Berth "Mulle" Mårtensson för skötsel av försöken samt till Ingmar Messing som ställt upp som examinator. Ett tack till Mikael Nilsson och Johannes Eriksson för hjälp med såbäddsundersökningarna.

Ett extra stort tack riktas till Johan Arvidsson, som var min handledare och som hjälpte mig igång med examensarbetet men som tragiskt gick bort under arbetets gång.



## Sammanfattning

Våroljeväxter är en viktig avbrottsgröda i spannmålsdominerade växtföljder i Mälardalen och en god förfrukt till höstvet. Att etablera våroljeväxter kan vara det mest kritiska momentet i odlingen, särskilt under torra förhållanden på lerjordar. I konventionella system gör upptorkningsförloppet på våren det svårt att få tillräckligt med fukt i såbädden för småfröiga arter som ska sås grunt. Ett alternativ för att spara fukt på våren i marken, jämfört med konventionell bearbetning med plöjning, harvning och sådd, är att lämna fältet obearbetat på hösten och sedan så efter en grund bearbetning som sker först på våren.

Syftet med arbetet var att studera olika etableringsmetoder för våroljeväxter för att undersöka om minimerad bearbetning kan öka odlingssäkerheten för denna gröda. Försök genomfördes utanför Uppsala med fyra etableringsmetoder samt tidig och sen sådd på tre olika jordarter med fyra upprepningar för varje metod. Höstplöjning jämfördes med grund reducerad bearbetning med tallriksredskap som utfördes på hösten eller på våren, samt med grund reducerad bearbetning både höst och vår. Det gjordes även en gårdsstudie hos en lantbrukare i Vassunda som praktiserar grund reducerad jordbearbetning endast på våren till våroljeväxter.

Såbäddsegenskaper såsom ytans jämnhet, såbäddens djup samt aggregatstorleksfördelningen karakteriserades. Gravimetrisk vattenhalten i såbotten vid sådd samt volymetriska vattenhalten i såbotten vid sådd samt efter uppkomst kontrollerades. Planträkning genomfördes vid två tillfällen och en gradering av skador av jordloppor vid ett tillfälle.

Resultatet visade att reducerad grund bearbetning hade minst lika hög odlingssäkerhet som konventionell odling med plöjning. Odlingsåret som försöket genomfördes var ovanligt gynnsamt för vårrapsodling i området och alla bearbetningsmetoder avkastade bra. Det fanns inga signifikanta skillnader i skörd mellan bearbetningsmetoderna. Höstplöjning med konventionell såbäddsberedning gav en hög andel finjord och bäst plantuppkomst, men hade torrast såbotten och högst angrepp av jordloppor. Grund reducerad jordbearbetning endast på våren gav en grov struktur i såbädden med hög andel stora aggregat och lägst plantuppkomst, men hade fuktigast såbotten och lägst angrepp av jordloppor. Det fanns inga korrelationer mellan plantuppkomst och skördenivå. Tidig sådd gav en signifikant bättre skörd än sen sådd. Lantbrukaren i Vassunda lyckades väl med sin bearbetning, med hög andel finjord (aggregat <5 mm) och bra plantuppkomst. Försöket visar att grund reducerad bearbetning kan vara ett säkert bearbetningsalternativ för våroljeväxter samt ett sätt att minska kostnaderna i odlingen.

## Abstract

Spring oilseed rape is an important break crop in cereal dominated crop rotations in Mälardalen. Also, it is one of few good preceding crops to winter wheat. Establishment of spring oilseed rape is perhaps the most critical moment in arable cropping, especially under dry conditions on clay soils. In conventional systems, drying of soil during spring often makes it difficult to obtain enough soil moisture within the seedbed base for small-seeded species which are to be planted shallow. For saving as much soil moisture as possible within the soil for germination of spring oil seed rape, an alternative to using conventional machinery with plowing, harrowing and sowing, is to leave the soil unaltered during fall and instead use shallow cultivation in spring.

The aim of this work was to study different strategies for establishment of spring oilseed rape to determine if reduced/shallow tillage can increase cropping reliability for this crop. The study was conducted on three clay soils, differing in clay content, outside Uppsala. The field experiments had a two factorial randomized block design with four replicates. Four tillage methods, where ploughing in autumn was compared with reduced tillage using disc harrows conducted in autumn or in spring or in autumn and spring were combined with two dates of sowing, early and late. Furthermore, an on farm study was conducted in Vassunda outside Uppsala where the farmer is practicing reduced tillage in the spring to spring oilseed rape.

Seedbed properties such as surface smoothness, seedbeds depth and aggregate size distribution within the seedbed were characterized. Furthermore, gravimetric soil water content in the seedbed base at sowing and volumetric soil water content in the seedbed base at sowing and after emergence was determined. After emergence, the number of plants was counted at two occasions. A grading of the damage of the crop made by flea beetles (*phyllotreta*) was carried out. Yield data were collected from field trials as well as from the farmer in Vassunda.

Results showed that cropping reliability for spring oil seed rape was at least as high for reduced tillage as for conventional tillage, using a mouldboard plough in autumn. The conditions for cropping of oil seed rape in the area were unusually favorable during the year that the field trial was conducted. Yields were therefore high in all tillage methods and no significant differences were found. Autumn plowing with conventional seedbed preparation resulted in a high proportion of fine soil within the seedbed and high plant emergence. At the same time it resulted in the driest seedbed bottom and the highest infestation of flea beetles. Shallow tillage only in spring resulted in a rough structure of the seedbed with a high proportion of large aggregates and low plant emergence, but had highest soil moisture content in the seedbed bottom and also lowest infestation of beetles. No correlation between plant emergence and crop yield was found. Early sowing gave a significantly higher yield than late sowing. The farmer in Vassunda was successful and obtained a satisfactory tillage outcome with a high proportion of fine soil (aggregates <5 mm in diameter) and a good plant emergence. The field experiment shows that reduced tillage can be a safe option for spring oilseed crops as well as a way to reduce the cost for cultivation.



## Populärvetenskaplig sammanfattning

Ett vårapsfrö kännetecknas av låg tusenkornvikt och lågt näringsinnehåll. För att få en bra etablering och uppkomst av våraps bör sådd ske så grunt som möjligt och i fuktig jord. På lerjordar gör upptorkningsförloppet på våren, om man använder traditionell jordbearbetning på hösten, att ytskiktet när det är dags att så blir väldigt torrt. Det medför att vårapsen, för att få tillräcklig fukt, måste sås djupare än vad som är optimalt, vilket i sin tur missgynnar uppkomsten. Speciellt i försommartorra områden som exempelvis Mälardalen, där det vanligtvis kommer väldigt lite regn efter sådd, är det viktigt att få tillräckligt med fukt i såbädden. Ett sätt att försöka öka odlingssäkerheten är att tillämpa grund reducerad jordbearbetning endast på våren. Genom att lämna marken obearbetad på hösten och köra grunt på våren med tallriksredskap innan sådd ökar markfukten i översta lagret i jordprofilen. I Mälardalen praktiseras metoden av lantbrukare med stor framgång. En av lantbrukarna betonar vikten av timing av bearbetningen. Jorden måste ha torkat upp tillräckligt innan bearbetningen sker för att man ska få en bra struktur. En obearbetad jord torkar upp långsammare än om den har bearbetats på hösten.

I studien jämfördes konventionell jordbearbetning (höstplöjning, såbäddsberedning, sådd) med grund bearbetning med tallriksredskap vid olika tidpunkter under hösten eller våren på tre fält utanför Uppsala. Resultatet visade att reducerad grund bearbetning med tallriksredskap hade minst lika hög odlingssäkerhet som konventionell jordbearbetning. Växtsäsongen då studien genomfördes var ovanligt gynnsam för vårapsodling i området. Normalt för området är försommartorka efter sådd men det här året kom mer än dubbelt så mycket regn efter sådd än normalt och framförallt kom det regn tidigt efter sådd. Vatten var inte en begränsning för att vårapsfröet skulle gro. Men trots det ovanligt nederbördsrika året hade grund reducerad bearbetning endast på våren en högre genomsnittlig vattenhalt i såbotten än traditionell jordbearbetning. Valet av tidpunkt för bearbetningen på våren blev inte lyckad och såbädden fick en alltför grov struktur. I studien undersöktes också ett fält som hade bearbetades grunt endast på våren hos en lantbrukare i Vassunda söder om Uppsala. Lantbrukaren hade lyckas väl och hade en god struktur med stor andel finjord i såbädden och en bra plantuppkomst.

Att praktisera grund reducerad bearbetning med tallriksredskap kan vara ett sätt att öka odlingssäkerheten i våraps. Positiv med grund reducerad jordbearbetning är också betydligt minskade kostnader för jordbearbetning och därmed ett bättre netto i odlingen.

## Förkortningar

KI – Konfidensintervall.

P-värde(P) – Sannolikhetsvärde. Signifikansnivån 95 % har använts, vilket betyder att värdet på P ska vara mindre än 0,05 för att en skillnad mellan behandlingar ska anges som signifikant.

Sig-grupp – Signifikansgrupp. Grupp av behandlingar som inte är parvist signifikant olika. I tabellerna betecknas signifikansgrupperna med bokstäver. Om någon bokstav är samma för de båda behandlingarna är behandlingarna inte signifikant olika.

## Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. SYFTE .....</b>                          | <b>7</b>  |
| <b>2. INLEDNING .....</b>                      | <b>7</b>  |
| <b>3. BAKGRUND.....</b>                        | <b>7</b>  |
| 3.1 VATTEN I MARKEN.....                       | 7         |
| 3.2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR GRÖNING .....          | 9         |
| 3.3 SÅTIDPUNKTENS BETYDELSE .....              | 10        |
| 3.4 REDUCERAD JORDBEARBETNING .....            | 11        |
| 3.5 FÖRFRUKTSEFFEKT .....                      | 13        |
| 3.6 JORDLOPPOR.....                            | 13        |
| <b>4. MATERIAL OCH METODER.....</b>            | <b>14</b> |
| 4.1. FÄLTSTUDIE.....                           | 14        |
| 4.1.1 Försöksplats.....                        | 14        |
| 4.1.2 Försöksplan.....                         | 14        |
| 4.1.3 Fältförsök.....                          | 16        |
| 4.2 GÅRDSSTUDIEN .....                         | 17        |
| 4.3 STATISTISKA METODER. ....                  | 18        |
| <b>5. RESULTAT.....</b>                        | <b>18</b> |
| 5.1 SKÖRD .....                                | 18        |
| 5.2 UPPKOMST .....                             | 20        |
| 5.3 GRAVIMETRISK VATTENHALT I SÅBOTTEN .....   | 21        |
| 5.4 VOLYMETRISKA VATTENHALTEN I SÅBOTTEN ..... | 22        |
| 5.5 SÅBÄDDENS DJUP.....                        | 24        |
| 5.6 YTANS JÄMNHET .....                        | 25        |
| 5.7 AGGREGATSTORLEKSFÖRDELNING.....            | 27        |
| 5.8 JORDLOPPSGRADERING.....                    | 28        |
| 5.9 GÅRDSSTUDIER .....                         | 29        |
| <b>6. DISKUSSION .....</b>                     | <b>30</b> |
| <b>7. SLUTSATS.....</b>                        | <b>31</b> |
| <b>8. REFERENSER.....</b>                      | <b>32</b> |
| <b>APPENDIX.....</b>                           | <b>34</b> |



## 1. Syfte

Syftet med arbetet var att studera olika etableringsmetoder för våroljeväxter genom att undersöka om minimerad bearbetning kan öka odlingssäkerheten för denna gröda. Försök har genomförts utanför Uppsala med fyra etableringsmetoder och två såtidpunkter på tre olika jordarter med fyra upprepningar för varje metod. Resultaten från provtagningarna har analyserats statistiskt. I försöken mättes vattenhalten i såbotten, aggregatstorleksfördelningen i såbädden, markytans jämnhet efter sådd, bearbetningsdjup, uppkomst, jordloppangrepp samt skörd. Arbetet omfattar också en mindre litteraturstudie.

## 2. Inledning

Trots att höstoljeväxter har högre avkastningspotential än våroljeväxter är odlingen av våroljeväxter betydande framförallt i Mellansverige. I Mellansverige är odlingssäkerheten för höstoljeväxter relativt låg på grund av övervintringsproblem och att möjlighet till tidig sådd ofta är liten. I Mellansverige finns det få tidiga förfrukter till höstraps som är lönsamma, vilket medför att sådd ofta sker efter optimalt sådatum eller inte blir möjligt. I Mellansverige är därför våroljeväxter en fortsatt viktig gröda med möjligheter att ge ett bra ekonomiskt utbyte. Den är dessutom en god förfrukt till höstvet.

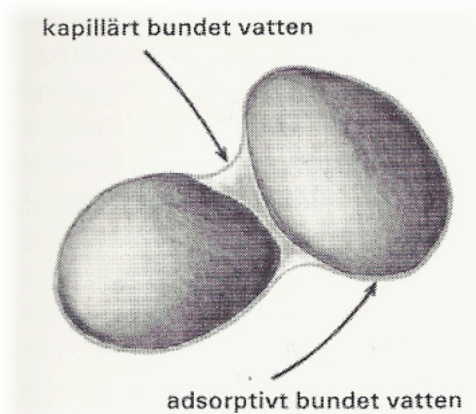
Att etablera våroljeväxter kan vara det mest kritiska momentet i våroljeväxtodlingen, särskilt under torra förhållanden på lerjordar. I konventionella system gör upptorkningsförloppet på våren det svårt att få tillräckligt med fukt i såbädden för småfröiga arter som ska sås grunt. Ett alternativ för att spara fukt på våren i marken, jämfört med konventionell bearbetning med plöjning, harvning och sådd, är att lämna fältet obearbetat på hösten och sedan så efter en grund bearbetning som sker först på våren.

Våroljeväxtodlingen har drastiskt minskat i Sverige sedan betningsförbudet av tre typer neonikotinoider infördes. Neonikotinoider var det enda tillåtna effektiva betningsmedlet mot jordloppor (*Psylliodes chrysocephala*) i Sverige. Enligt statistiska centralbyrån sjönk vårrapsarealen från 50949 ha (2013) till 14341 (2014) efter att betningsförbudet införts och 2015 beräknas odlingen endast vara ca 5000 ha. I Uppsala län var våroljeväxtodlingen ca 2000 ha 2014 (Jordbruksverket). Då nya effektiva betningsmedel saknas är det viktigt med en snabb och god etablering för att minska problemet med rapsjordloppor.

## 3. Bakgrund

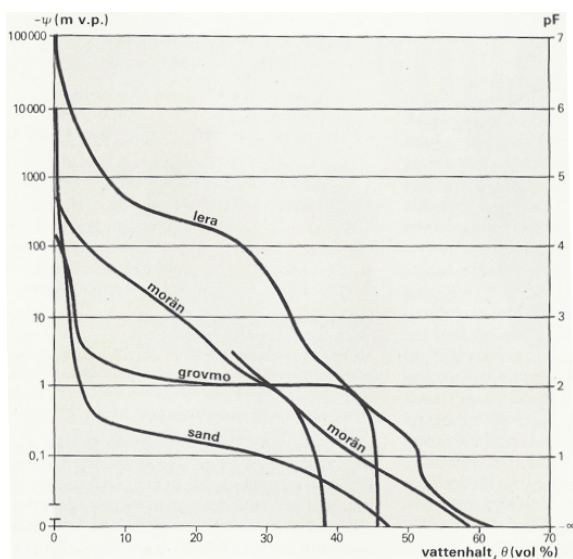
### 3.1 Vatten i marken

Vattnet i jorden finns i markporerna där luft och vatten konkurrerar om hålrummets volym. Porvolymen i marken avgörs av jordens textur och struktur. Vatten binds i jorden genom adsorption och ytspänning. Adsorption av vattenmolekyler till jordpartiklar beror på elektrostatiske krafter mellan de dipolära vattenmolekylerna och jordpartiklars laddade yta (Grip & Rodhe, 2009). Ytspänning uppstår genom att en vattenmolekyl inuti en vattenmassa attraheras i alla riktningar till angränsande vattenmolekyler. Då en vattenmolekyl i vattenytan har lägre attraktionskraft mot luftens molekyler än till andra vattenmolekyler runt och under molekylen så tenderar vattenytan att hålla ihop. Det som påverkar ytspänningen är lösta ämnen i vatten (Grip & Rodhe, 2009). Som ett resultat av adsorption och ytspänning finns kapillärt bundet vatten. Kapillärt vatten finns i porerna där vattenmolekyler är bundna mellan kontaktytorna på jordpartiklar i ett samspel med luftens molekyler se figur 1.



Figur 1. Adsorptivt bundet vatten till ett mineralkorn och kapillärt bundet vatten i porerna mellan mineralkornen. Genom ett samspel mellan vattnets, luftens, och mineralkornens molekyler sker kapillär bindning (Grip & Rodhe, 2009).

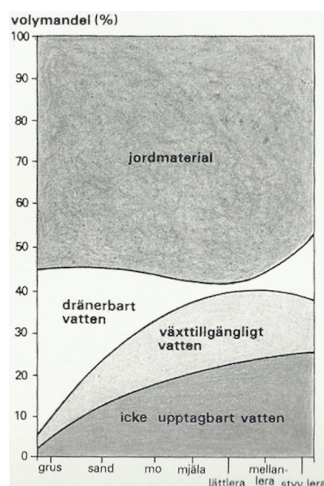
En jords vattenhållande egenskaper kan visas genom en bindningskaraktäristiska eller en pF-kurva som är ett samband mellan bindningstrycket i poren och vattenhalten i jorden. Bindningstrycket är den kraft som krävs för att tömma poren på dess vatten. Med pF menas  $10 \log(-\Psi)$ , där  $\Psi$  är vattnets tryck uttryckt i cm vattenpelare. Ur en bindningskaraktäristiska kan man utläsa porstorleksfördelningen. Ökat inslag av ler medför att andelen små porer ökar och att vattnet är hårdare bundet för varje given vattenhalt. En lerjord innehåller mycket vatten även vid höga undertryck medan en sandjord töms på en stor del av vattnet redan vid låga undertryck på grund av stora porer (Grip & Rodhe, 2009), se figur 2



Figur 2. Bindningskaraktäristika för olika jordarter (Grip & Rodhe, 2009).

Markens fältkapacitet är den vattenhalt en tidigare vattenmättad mark har efter fri dränering, alltså den största vattenhalten marken förmår att hålla mot gravitationen. Fältkapaciteten beror på djupet ner till grundvattnet där djupare grundvattenyta dränerar mer av vattnet i rotzonen. Fältkapaciteten brukar definieras med en meter grundvattendjup vilket är markens vattenhalt vid pF 2.0 eller undertrycket 100 cm vattenpelare (Grip & Rodhe, 2009).

Vissningsgräsen är den vattenhalt där växternas vattenupptag upphör när jorden torkar. Växtens rötter skapar ett undertryck för att suga upp markbundet vatten och vid vissningsgräsen är det kvarvarande vattnet i marken så hårt bundet att växtens undertryck inte räcker till för att suga upp det. Vissningsgräsen brukar sättas till pF 4,2, vilket motsvarar 150 m vattenpelare i undertryck. Det adsorptivt bundna vattnet brukar i stort motsvara vissningsgräsen, alltså ju finkornigare en jord är, desto större vattenhalt vid vissningsgräsen (Grip & Rodhe, 2009). Växttillgängligt vatten är skillnaden mellan fältkapaciteten och vissningsgräsen som växterna kan använda under torra perioder. Andelen växttillgängligt vatten varierar stort mellan jordarter, se figur 3 (Grip & Rodhe, 2009).



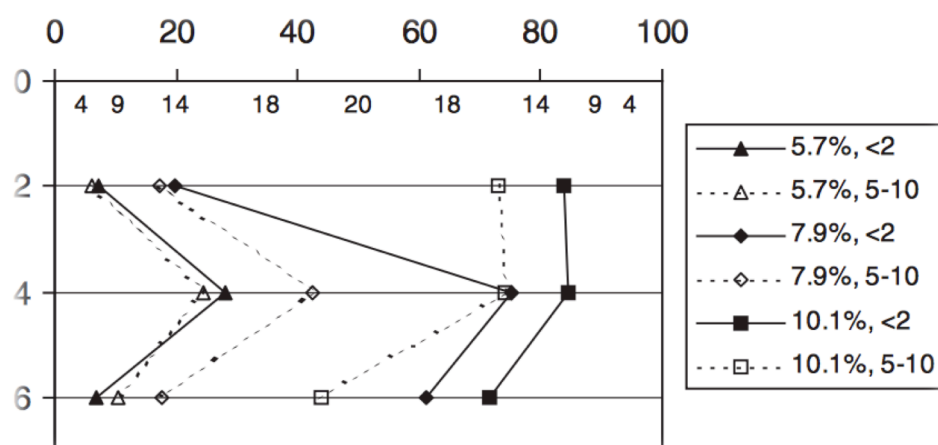
Figur 3. Vattenhållande egenskaper hos sorterade jordar av olika kornstorlek (Grip & Rodhe 2009).

Vattenförlusten genom avdunstning kan vara upp till 75 % av nederbörden på åkermark. Det medför att en stor del av jordbearbetningen även handlar om att skapa ett bra avdunstningsskydd (Heinonen 1985). Avdunstningens storlek beror till stor del av aggregatstorleken där en stor andel små aggregat minskar avdunstningen. I försök gjorda av Johnson & Buchele (1961), uppmättes avdunstningen från fyra olika storleksklasser på aggregaten: 1,2-2,4 mm, 2,4-4,7 mm, 4,7-6,7 mm samt 6,7-8,5 mm. Uttorkningen av jorden ökade markant med ökad aggregatstorlek. I försöket testades groning av majs och för de två största aggregatklasserna misslyckades groning på grund av uttorkning när inget regn kom efter sådd (Johnsson & Buchele, 1961). I praktiken ute i fält förekommer inte en så begränsad fördelning av aggregatstorleken. Målet är att få en så stor andel små aggregat att håligheter mellan de stora aggregaten kan fyllas med små aggregat. Det finns även nackdelar med en för fin såbädd som risk för skorpa, ytvattenerosion och syrebrist i såbädden (Heinonen, 1985).

### 3.2 Förutsättningar för groning

För att lyckas med etablering av våroljeväxter är det viktigt att få till en god såbädd med tillräckligt med fukt. Våroljeväxtfröet karakteriseras av en låg tusenkornvikt och därmed lågt näringsinnehåll. Detta medför att fröet måste sås relativt grunt, vilket gör det svårt att få tillräckligt med fukt på sådjupet framförallt i områden som drabbas av försommartorka (Håkansson m.fl., 2013). I modellförsök i plastlådor där man studerat hur uppkomsten beror av variationen i aggregatstorleksfördelning, vattenhalt och såbäddens tjocklek. För att få god uppkomst under torra förhållanden krävdes att fröet placerades på ett djup av 4 cm på en såbotten med minst 5 % växttillgängligt vatten och att såbädden hade en aggregatstorleksfördelning med minst 50 % under 5 mm (Håkansson m.fl., 2011).

I en såbädd på våren sker en gradvis upptorkning ner i jordprofilen. För att få en tillfredställande uppkomst måste fröna gro snabbt så att tillräckligt med växttillgängligt vatten finns i jorden innan den torkar ut (Håkansson m.fl., 2011). Försök gjorda i plastlådor med varierande vattenhalter i såbotten och olika aggregatstorleksfördelning i ytan (Håkansson m.fl., 2013) visade betydelsen av rätt sådjup i fuktigt botten. I dessa försök blev såbäddens yta torr innan fröet hunnit gro och växttillgängligt vatten tillräckligt för groningen fanns endast i såbotten. Efterhand som tiden gick torkade även såbotten upp till en nivå under gränsen för växttillgängligt vatten. Håkansson m.fl., (2013) visade att det är svårt att få en tillfredställande uppkomst vid ett sådjup på 2 cm om mängden växttillgängligt vatten understiger 10 %, vilket det i praktiken gör om inget regn kommer efter sådd. Ökades sådjupet från 2 cm till 4 cm ökade uppkomsten i alla led. Dock minskade uppkomsten när djupet ökade från 4 cm till 6 cm på grund av att energin i fröet inte räckte till för att grodden skulle kunna nå ytan. Försöket visar också betydelsen av en fin såbädd. Med en ingående vattenhalt på 7,9 % i såbotten ökade uppkomsten med ca 100 % om aggregaten i ytan var <2 mm istället för 5-10 mm, se figur 4, (Håkansson m.fl., 2013).



Figur 4. Uppkomst av raps i försök M48 i lerjord. Tvåfaktoriellt försök med tre ingående nivåer av växttillgängligt vatten i såbotten, 5,7 %, 7,9 % och 10,1 % och med två aggregatstorlekar i ytan, <2mm och 5-10 mm (Håkansson m.fl. 2013).

Kritz (1983) utförde en studie av ca 300 svenska såbäddar för att undersöka hur de såg ut i praktiken. Stickprov på fälten av såbädden gjordes direkt efter sådd. Slutsatserna var bl.a. att vattenhalten i ytan på lerjordar normalt sett är under vissningsgränsen. För att uppnå en fröplacering i en såbotten med minst 6 % växttillgängligt vatten krävdes ett sådjup av 5 cm på styva leror och 2-3 cm på lättleror.

En generell rekommendation för planttätheten vid etablering av vårraps är 100 plantor per kvadratmeter (Al-Barzinjy m.fl., 1999; Sidlaukas och Bernotas, 2003). I Sverige rekommenderas sådd av 150-220 grobara frön per kvadratmeter.

### 3.3 Såtidpunktens betydelse

Enligt Fogelfors (2001) bör jordtemperaturen överstiga 6 °C för att man ska erhålla en tillfredställande groningen och uppkomst av våroljeväxter. Flera studier visar dock att bastemperaturen kan vara lägre. Bastemperaturen är den grundtemperatur som växten behöver för att växa. I ett examensarbete vid SLU av Pedersen (2009) gjordes en studie av bastemperaturens effekt på tid till uppkomst och groningen av raps i kärlförsök. I försöket använde sorten Joplin och sådden gjordes på tre olika djup, 1, 3 och 5 cm samt vid 4 olika temperaturer, 5, 10, 15 och 20 °C.



Bastemperaturen bestämdes till 2,9 °C för groning och uppkomst i försöket. Det behövdes i snitt 70–80 daggrader för uppkomst från 3 cm sådjup i kärlförsöken (Pedersen, 2009).

Chen m.fl. (2005) studerade uppkomst av 17 olika vårrapsorter i petriskålar i Montana, USA under 2002–2003. Rapsfrön som legat på groningspapper placerades i petriskålar och placerades i groningskammare vid 4, 6, 8, 10 och 15 °C. Samtidigt gjordes försök där jord från området lades i petriskålar med 20 % vattenhalt och rapsfrön såddes på 1,3 cm djup. Skålarna placerades även de i groningskammare med temperaturer på 4, 6, 8, 10 och 15 °C. Från försöket beräknades bastemperaturen och slutsatsen var att vårraps kan gro vid en temperatur under 4 °C och att det krävdes 42-81 daggrader för att nå 50 % uppkomst (Chen m.fl., 2005).

Svenska försök visar att vårraps är känslig för extra tidig sådd, vilket flera försök med extra tidig sådd visar (Arvidsson, 1997). Försök under 2000-talet visar att betydelsen av såtidpunkt till stor del beror av efterföljande väder. Den tidigaste såtidpunkten har inte i genomsnitt givit högst skörd, utan högst skörd har man fått när sådden utförts i inledningen av en varm period (Arvidsson & Pedersen, 2010). Äldre försök utförda av Henriksson (1987) i Mälardalen under 80-talet visar också att den tidigaste såtidpunkten inte alltid bringar högst skörd.

### 3.4 Reducerad jordbearbetning

I försöksserien R2-4136 vid SLU, Ultuna (Bölenius, 2014), har man under många år testat olika varianter av grund bearbetning med tallrikredskap till olika vårsådda grödor (korn, havre, raps och vete) på en styv lera. Konventionell höstplöjning med såbäddsberedning har jämförts med grund bearbetning på hösten, grund bearbetning höst och vår, samt grund bearbetning enbart på våren. Som visas i tabell 1 har grund bearbetning endast på våren i snitt över alla grödor givit något bättre skörd än övriga led i försöket. För oljeväxter har skillnaderna i skörd varit större mellan reducerad jordbearbetning och konventionell höstplöjning med såbäddsberedning än i försöket i genomsnitt. Oljeväxter har dock endast odlats två år (Bölenius, 2014).

**Tabell 1. Skörd, kg/ha och relativtal, för samtliga grödor, stråsäd och oljeväxter i försöksserie R2-4136, 2006–2014. Efter Bölenius (2014)**

| Bearbetning                            | Samtliga grödor | Stråsäd (7år) | Oljeväxter (2år) |
|--|-----------------|---------------|------------------|
| Höstplöjning                           | 4682=100        | 5397=100      | 2180=100         |
| Grund bearbetning 2-3 ggr på hösten    | 101             | 98            | 115              |
| Grund bearbetning 1 g höst och 1 g vår | 101             | 97            | 115              |
| Grund bearbetning 2-3 ggr på våren     | 104             | 102           | 110              |

Arvidsson (2014) utförde under växtsäsongen 2014 våroljeväxtförsök där grund bearbetning på våren jämfördes med bl.a. konventionell höstbearbetning. Försöksupplägget var detsamma som det använts i detta arbete och som beskrivs i avsnitt 4.2. Grundbearbetning endast på våren gav störst genomsnittlig skörd på styv lera och näst högst skörd på lättlera. På den lätta jorden gav två grunda bearbetningar på hösten bäst resultat (tabell 2).

**Tabell 2. Skörd (kg/ha) och relativtal för olika bearbetningsstrategier för vårraps (1 års studie). Efter Arvidsson (2014)**

| Led                                       | Styvlara | Lättlara |
|---|----------|----------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 1760=100 | 1630=100 |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 98       | 111      |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 93       | 90       |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 110      | 108      |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 85       | 49       |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 69       | 72       |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 66       | 49       |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 88       | 78       |
| a. Höstplöjning                           | 100      | 100      |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 90       | 123      |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 86       | 93       |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 107      | 118      |
| 1. Tidig sådd                             | 100      | 100      |
| 2. Sen sådd                               | 77       | 58       |

Att använda sig utav direktsådd till våroljeväxter har i försök visat sig vara svårt. Direktsådd har i genomsnitt givit en skördeminskning på ca 20 % jämfört med både reducerad jordbearbetning och konventionell plöjning. De största problemen med dirketsådd var växtrester och svårigheter med etableringen (Arvidsson m.fl., 2013). Då det oftast är fuktigare förhållanden på hösten vid jordbearbetning än på våren, så är jordbearbetningen av större betydelse på våren än hösten för att kunna spara fukt (Håkansson m.fl., 2011). Vid dirketsådd är ofta andelen finjord runt fröet litet, vilket ökar avdunstningen (Wejde, 2010). Om då fröet placeras grunt vid direktsådd är risken stor för dålig uppkomst på grund av vattenbrist. En stor mängd skörderester minskar upptorkningen på våren och sänker marktemperaturen, vilket leder till våta förhållanden och grov såbädd med dåligt avdunstningsskydd (Arvidsson m.fl., 2013).

Erfarenheter från lantbrukaren Mats Eriksson i Uppland, som har praktiserat reducerad vårbearbetning utan någon förgående höstbearbetning till både våroljeväxter och spannmål under ett antal år, betonar vikten av att vänta med vårbruket tills jorden har torkat upp tillräckligt (Blomquist, 2013). Eftersom upptorkningen går långsammare på våren på grund av mycket växtrester i ytan med ovan nämnda system, blir vårbruket senare än vid konventionell jordbearbetning. Enligt lantbrukaren får marken inte vara för fuktig i ytan eftersom bearbetningsresultatet då inte blir tillfredställande. Lantbrukaren kör grunt med tallriksredskap på våren och sår sedan med en bearbetande skivbillsmaskin, gärna med en dags mellanrum mellan bearbetning och sådd. Lantbrukaren anser att användandet av små och aggressiva tallrikar är avgörande för ett lyckat resultat. Fördelar med ovan nämnda bearbetningsstrategi är att man inte torkar ut jord och att risken för skorpa minskar med växtrester i ytan. En allvarlig nackdel är att det kan ta långt tid innan jorden är bearbetningsbar igen om det kommer regn nära inpå planerad sådd (Blomquist, 2013).

### 3.5 Förfruktseffekt

Raps är en viktig avbrottsgröda i spannmålsdominerade växtföljder då raps är en tvåhjärtbladig växt till skillnad från spannmål som är enhjärtbladig (Fogelfors, 2001). Raps som förfrukt till vete kan öka vetets avkastning med 5-25 % genom rapsens pårots luckrande effekt, möjligheten till alternativa växtskyddsmedel, samt genom en minskad förekomst av spannmålspatogener då avbrott sker i spannmålsodlingen (Fogelfors, 2001). Siffror hämtade från jordbruksverkets riktlinjer för gödsling och kalkning 2015 anger att skördeökningen efter våroljeväxter är 800 kg/ha i höstsäd och 500 kg/ha i vårsäd (Jordbruksverket, 2015). Även bättre möjlighet till reducerad jordbearbetning till efterföljande höstvetete gör vårrapsen till en bra förfrukt.

Ytterligare en fördel med raps som förfrukt till vete är enligt den tyska forskaren Christen (1998) en förbättrad kvävedynamik. Raps som förfrukt ökar tillgången till kväve som kan mineraliseras jämfört med spannmål som förfrukt (Christen 1998). Enligt jordbruksverkets riktlinjer för gödsling och kalkning har våroljeväxter en kväveefterverkan till efterföljande gröda på upp till 20 kg N/ha (Jordbruksverket 2015). Försök av bland annat Christen (1998) visar att den positiva förfruktseffekten vid odling av vete efter raps jämfört med vete efter vete ökar vid torra år. En rimlig anledning till att effekten ökar vid torra år är att angrepp av rotsjukdomar, minskar i omfattning i vete efter raps jämfört med vete efter vete. Det är framförallt rotdödarsvampen (*Gaeumannomyces graminis*), som angriper rotsystemet i tidiga utvecklingsstadier på våren som är ett stort problem. Med ett mindre utvecklat rotsystem hos veteplantan minskar vatten- och växtnäringssupptaget och skillnaderna i förfrukt till vete blir då större torra år (Christen 1998). Att rotsystemet utvecklas sämre i vete med dålig förfrukt förklarar delvis också att förfruktseffekten blir större på lätta jordar, eftersom de har en sämre vattenhållningsförmåga (Christen 1998).

### 3.6 Jordloppor

Bland jordloppor i Sverige är det arter från släktet *phyllostreta* som vid uppkomst angriper våroljeväxter. Vanligast i Mellansverige är vågrandig jordloppa (*phyllostreta undulata*). Jordloppor skadar rapsplantan genom gnag på grodd och hjärtblad vid uppkomst eller strax innan. Vid starka angrepp dör rapsplantan med ett tunt eller obefintligt bestånd som resultat. När plantan börjar utveckla örtblad fortsätter angreppen men med låg risk för ekonomiska konsekvenser då plantan i detta stadium klarar att växa ifrån skadorna. Svåra angrepp sker vanligast under varma och torra vårar då plantans uppkomst och utveckling försåras samtidigt som vädret är gynnsamt för jordlopporna (Ekobom & Kuusk, 2005).

Bästa sättet att minska skadorna från jordloppor är att använda effektiva betningsmedel. Sedan förbudet mot neonikotinoider finns dock inga effektiva tillåtna medel att tillgå i Sverige. Odlingsåtgärder som kan minska angrepp är direktsådd och reducerad jordbearbetning. Anledning till att direktsådd är positivt, är att stubben och andra växtrester samt grövre struktur fungerar som barriär för jordloppan (Milbrath m.fl., 1995; Dodsall m.fl., 1999; Lensen m.fl., 2007). Att öka utsädesmängden kan även det vara ett sätt minska skadorna. Ökad utsädesmängd minskar inte det faktiska antalet jordloppor utan skadorna sprids på fler plantor (Bengtsson, 1982; Dodsall m.fl., 1999). Att senarelägga sådden kan också vara positivt för att minska angrepp av jordloppor. Tidiga sådder har ofta en högre täthet av jordloppor än sent sådda fält eftersom de jordloppor som redan hittat till ett tidigt sått fält lockas till sig fler genom ett så kallat samlingsferomon (Haraldsson, 2008). Dock kan tidig sådd vara positivt om plantan hinner växa sig tillräckligt stor innan det blir tillräckligt varmt att aktiviteten av jordloppor börjar på våren.

## 4. Material och Metoder

### 4.1. Fältstudie

#### 4.1.1 Försöksplats

Studien utfördes på Säby strax söder om Uppsala på Uppsalaslätten. Marken ägs av Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och jordbruket drivs av Ultuna egendom som tillhandahåller mark till försök vid institutioner vid SLU. Vegetationsperioden i området är i medeltal 180 – 190 dagar (SMHI, 2011). Årsmedelnederbörden för Uppsala är ca 575 mm/år varav ca 360 mm i medeltal faller under vegetationsperioden (SMHI, 2015). Området drabbas ofta av relativt torra försomrar.

Försöken genomfördes på tre jordarter: lättare mellanlera (Säby 3), styvare mellanlera (Säby 2) samt styv lera (Säby 1) (tabell 3). Grusfraktionen på försöksfälten var försumbar. Intentionen var att försöket Säby 3 skulle ha legat på en lättlera men analysen i efterhand visade att jordarten på platsen var mellanlera. Tidigare analyser på fältet (Säby 3) har visat på en lerhalt på ca 20 % så platsen har troligen stora variationer i lerhalt.

Tabell 3. Jordartsanalys av försöksplatserna Säby 1, Säby 2 och Säby 3

| Finjord (mm)      | Ler<br>d<0.002 | Fin<br>mjäla<br>0.002-<br>0,006 | Grov-<br>mjäla<br>0.006-<br>0,02 | Fin-<br>mo<br>0.02-<br>0,06 | Grov-<br>mo<br>0.06-<br>0,2 | Mellan-<br>sand<br>0.2-<br>0,6 | Grov-<br>sand<br>0.6-<br>2 | Mull-<br>halt<br>% |
|-------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Säby 1 14-15 mtj  | 50,9           | 16,7                            | 15,4                             | 14,2                        | 2                           | 0,6                            | 0,3                        | 4,1                |
| Kumulativ procent | 50,9           | 67,6                            | 83                               | 97,2                        | 99,2                        | 99,7                           | 100                        |                    |
| Säby 2 14-15 mtj  | 37,8           | 11,9                            | 15,7                             | 30,3                        | 3,9                         | 0,3                            | 0,1                        | 4,5                |
| Kumulativ procent | 37,8           | 49,7                            | 65,4                             | 95,7                        | 99,6                        | 99,9                           | 100                        |                    |
| Säby 3 14-15 mtj  | 35,8           | 9,7                             | 13                               | 32                          | 9,2                         | 0,2                            | 0,2                        | 3,5                |
| Kumulativ procent | 35,8           | 45,5                            | 58,5                             | 90,4                        | 99,6                        | 99,8                           | 100                        |                    |

#### 4.1.2 Försöksplan

Försöken genomfördes med en två faktoriell försöksplan med faktorerna såtidpunkt (1 och 2) och bearbetningsled (a, b, c, och d)

1. Tidig Sådd
2. Sen sådd
  - a) Höstplöjning, konventionell såbäddsberedning och sådd
  - b) Grund bearbetning två gånger på hösten och sådd
  - c) Grund bearbetning en gång på hösten, en gång på våren och sådd
  - d) Grund bearbetning två gånger på våren och sådd

Rutorna i försöket var 16\*6 meter. På respektive försöksplats (jordart) har varje led upprepats i fyra block. Bearbetningsleden har slumpmässigt lagts ut i stora rutor. Såtidpunkten har sedan slumpats ut i respektive bearbetningsruta enligt split-spot-metoden (se fältkort i figur 5).

Den tidiga sådden utfördes när goda förhållanden för konventionell sådd uppnåts. Den sena sådden gjordes efter ytterligare upptorkning med avsikt att få goda förhållanden för grundbearbetning på våren. Grund bearbetning utfördes med ett tallrikredskap med packarvält (Väderstad Carrier XL 625) och såbäddsberedning med en konventionell harv (Väderstad NSA 600).



# FÄLTKORT

2015 R2-5090

CX- -2014

02T112

SLU, Jordbearbetning och Hydroteknik

Försöksserie: Olika bearbetningssystem, tidig och sen sådd

Försöksvärd: Ultuna Egendom

Säby Uppsala

Vårtraps

|  |  |
|--|--|
| Försöksled   |  |
| 1.Tidig sådd   | a.Höstplöjning, konventionell såbäddsberedn och sådd                           |
| 2.Sen sådd   | b.Grund bearbetning två ggr på hösten  |
|  | c.Grund bearbetning två ggr på hösten, 1 gång på våren                         |
|  | d.Grund bearbetning två ggr på våren   |
| Ruttfördelning i fält  |  |
| Block I-IV   | *12121212*21122121*12122121*21211212*<br>*aabbccdd*bbaacodd*bbccddaa*ddaabbcc* |
| Koordinater SWERSP99 N : SWERSP99 E :<br>Sörsköket ligger ca m i riktning från Norrpil o Plöjn.rikt. o |  |
| BRUTTOYTA: 12 x 20 = 240 M²  | SKÖRDEROTA: X = M²   |
| Allmänna uppgifter/anvisningar   | Graderingar och bestämmingar   |
| Gröda: Sort:   | Planttäthet vår 0-100 (PLS.SS) Rutvis  |
| Frukt:   | Stjälkstyrka vid skörd (STS) Rutvis  |
| Tidig sådd Datum /   | Grönskott vid skörd 0-100 (SH.GN) Rutvis                                       |
| Sen sådd Datum /   | Prov av skördeprodukter (Y.KG) Ledvis  |
| Uppkomst tidig sådd: a b c d   | Protein / råfett NIT analys Ledvis   |
| Uppkomst sen sådd: a b c d   | ANTECKNINGAR:  |
| Gödsling medel Kg/ha Datum /   |  |
| ÖGRÅSBEKÄMPN MEDEL KG/HA DATUM /   |  |
| ÖVRIG BEKÄMPN DATUM /  |  |
| OBS! Uppgifter om gröda, skörd m m skickas till sixteen.gunnarsson@slu.se                              |  |
| Försöksledare Johan Arridsson tel.018-671172   | Utförar-ansvarig Mulla 070-6772638   |

Figur 5. Fältkort för försöken

#### 4.1.3 Fältförsök

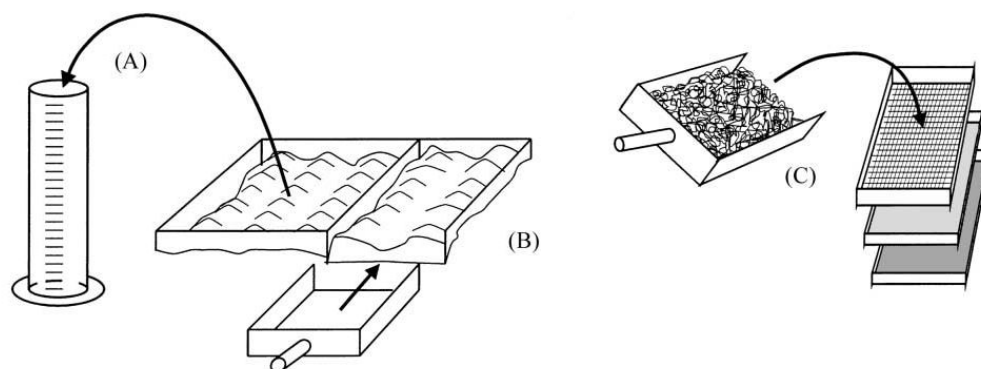
Höstbearbetningarna utfördes under hösten 2014. Vårbearbetningarna i tidigt sådda led startade 21/4 med en grundbearbetning i led d. Efterföljande dag utfördes resterande bearbetningar. Höstplöjda led a och b (tidigare grunt bearbetat på hösten), harvades då två gånger, och i led c (tidigare grunt bearbetat på hösten) och d (tidigare grunt bearbetat på våren) kördes en andra grund bearbetning. Tidig sådd ägde rum den 23/4 med en bearbetande skivbillsmaskin (Väderstad Rapid 300 C). Såbäddsundersökning och vattenhaltsmätningar genomfördes efter sådd och en andra vattenhaltsmätning i tidigt sådda led gjordes den 9/5.

Vårbearbetningarna och sådden för den sena såtidpunkten utfördes den 4/5. Såbäddsundersökning i sent sådda led utfördes först 7/5, 3 dagar efter sådd, på grund av att det kom mycket regn efter sådd.

Planträkning och gradering av jordloppor genomfördes samtidigt i tidigt och sent sådda led. Antalet plantor räknades vid två tillfällen, 22/5 och 10/6. Skador av jordloppor graderades den 2/6.

Karaktärisering av såbädden genomfördes med hjälp av en 40\*40 cm ram som slumpvis placerades i vardera försöksruta (Håkansson m.fl., 2002). Såbäddens jämnhet bestämdes genom mätning av markytans högsta och lägsta punkt med ramens övre kant som referens. Sådjupet fastställdes genom att all bearbetad jord ner till såbotten togs bort och placerades i ett mätglas anpassad för ramen. Från mätglaset utlästes djupet på bearbetningsbotten och graderingen på mätglaset utgick ifrån att skrymdensiteten var 1 gram/cm<sup>3</sup> (figur 6).

Såbäddens aggregatstorleksfördelning bestämdes i en 20\*40 cm ram placerad intill den större ramen. Den bearbetade jordvolym delades upp i två lika tjocka skikt. Vardera skikt sållades till tre fraktioner; >5 mm, 2-5 mm och <2 mm, figur 6. Volymen av respektive fraktion mättes och ett prov från varje lager, liksom såbotten, togs för vattenhaltsbestämning på labb. Jordproverna frystes till senare provtagning för att bevara vattnet i jorden och undvika kondens. På labb bestämdes den gravimetriska vattenhalten (g/g) genom torkning av proverna med vägning före och efter.

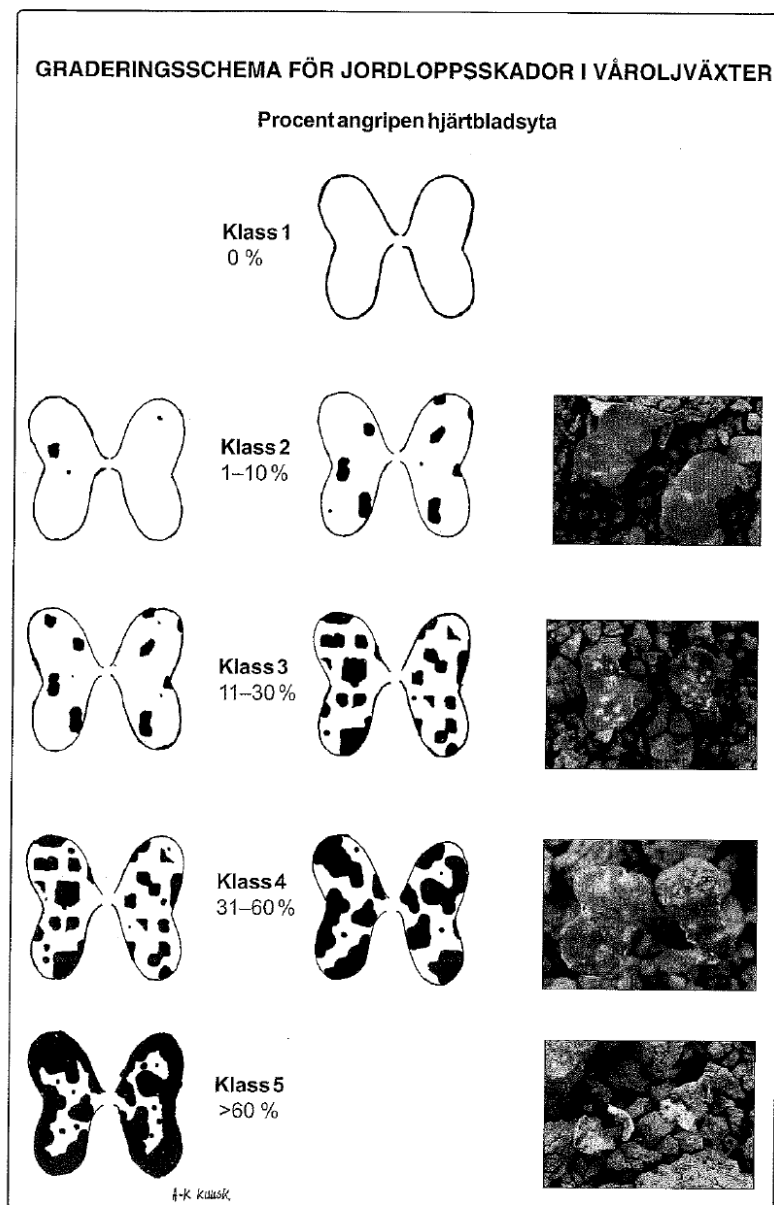


Figur 6. (A) Sådjupet bestämdes med en 40x40 cm ram där all lösjord placerades i en anpassa cylinder. (B) lager av såbädden togs ut och (C) silades till olika fraktioner (Håkansson m.fl., 2002)

Den volymetriska vattenhalten (g/cm<sup>3</sup>) i såbotten mättes med en DeltaT vattenhaltsprobe vid två tillfällen, det första vid sådd och det andra efter uppkomst. Vattenhaltsmätningen utfördes med sex slumpvis utvalda provpunkter varefter ett medelvärde användes. Proben som användes mätte ca 1 dm ner i marken från såbotten.



Planträkning utfördes genom att i en slumpvis utplacerad ram med ytan 0,25 m<sup>2</sup> i vardera försöksruta räkna antalet plantor. Fyra upprepningar i varje försöksruta gjordes varefter ett medelvärde beräknades till plantor/m<sup>2</sup>. Jordloppsgraderingen utfördes genom att visuellt bedöma andelen angripen hjärtbladsyta på plantorna. Andelen angripen hjärtbladsyta delades in i fem olika klasser enligt ett graderingsschema (figur 7). 10 plantor bedömdes på en slumpvis vald yta. Fyra upprepningar gjordes per ruta. Ingen korrektion mot antalet sådd frön per kvadratmeter gjordes.



Figur 7. Graderingsschema för jordloppsskador i våroljeväxter.

#### 4.2 Gårdsstudien

Praktiska studier genomfördes hos en lantbrukare i Vassunda, söder om Uppsala. Denna lantbrukare etablerade vårraps med utebliven höstbearbetning odlingsäsongen 2015. Vårbearbetningen utfördes av lantbrukaren på två olika sätt. Ett fält bearbetades grunt med en tallrikskultivator (Väderstad Carrier) och det andra fältet bearbetades grunt med en pinnkultivator (Kongsilde vibro flex). Båda fälten såddes med en skivbillsmaskin (Väderstad rapid) den 28 april. Motsvarande mätningar som beskrivits i avsnitt 4.1.3. genomfördes även här.

### 4.3 Statistiska metoder.

Den statistiska analysen utfördes i programmet JMP pro 11 (JMP, 2015). För analysen av varje enskilt försök användes en blandad linjär modell (Engstrand & Olsson, 2003) med fixa effekter av faktorerna såtid, bearbetning och block samt samspelet mellan såtid\*bearbetning och block\*bearbetning. Block sattes som en slumpmässigfaktor i modellen.

För analysen av studien i helhet (över samtliga tre försök) anpassades en blandad linjär modell med de fixa effekterna av faktorerna såtid, bearbetning och plats, samt med samtliga samspel mellan faktorerna (Engstrand & Olsson, 2003). Modellen innehöll även den slumpmässiga faktorn block.

För samtliga statistiska analyser användes signifikansnivån 95 %.

## 5. Resultat

### 5.1 Skörd

I genomsnitt över alla tre försöksplatserna fanns inga signifikanta skillnader mellan bearbetningsleden, (tabell 4). Mellan de två såtidpunkterna existerade signifikanta skillnader (tabell 4), där tidig sådd gav bättre skörd än sen sådd (tabell 5). Enskilt på varje försöksplats var det signifikanta skillnader i skörd mellan såtidpunkterna på den styvare mellanleran och nästan signifikanta skillnader på den styva leran (tabell 4). 2015 var ett ovanligt gynnsamt år för odling av våraps och skörden var hög i alla led. Skörden var i genomsnitt över alla försöksplatser mer än tre ton/ha (tabell 5).

**Tabell 4. P-värde för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen av skörd på respektive försöksplats**

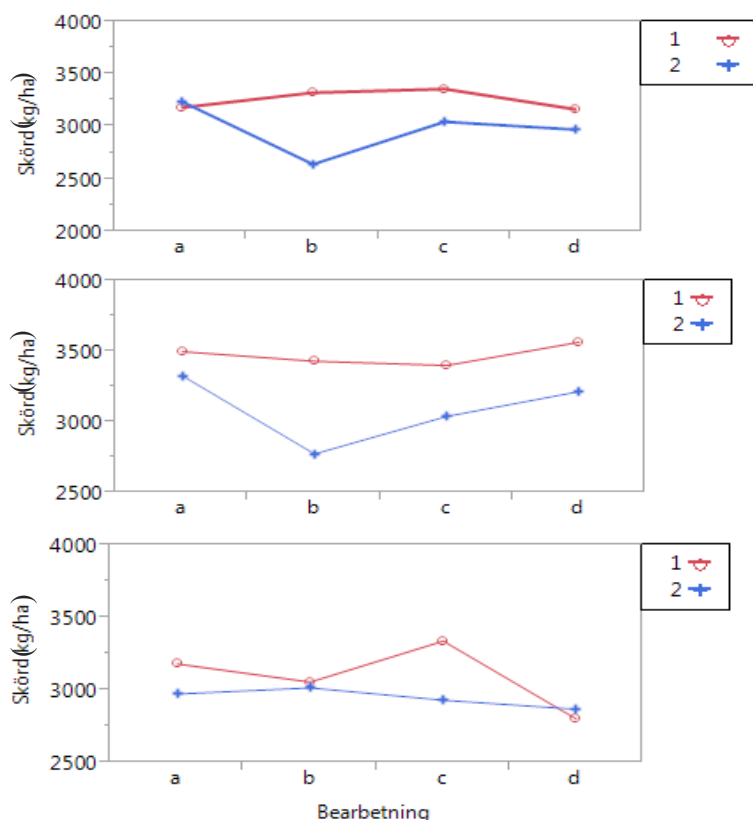
|                   | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Såtid             | 0,0693    | 0,0035*            | 0,2485             |
| Bearbetning       | 0,8562    | 0,3733             | 0,3671             |
| Såtid*Bearbetning | 0,3531    | 0,3943             | 0,5615             |

Vilket bearbetningsled som avkastade bäst varierade mellan de olika jordarterna. På den styva leran och den lättare mellanleran gav grund bearbetning en gång på hösten och en gång på våren högst skörd (tabell 5). Ledet grund bearbetning två gånger på våren gav bäst skörd på den styvare mellanleran. Plöjning (1a) gav näst högst skörd på mellanlerorna och medan led 1b, grund bearbetning två gånger på hösten, på styva leran. Vid ett genomsnitt av tidig och sen sådd var plöjning den bästa bearbetningsmetoden på alla jordarter. Tidig sådd inbringade högst skörd på alla platser (tabell 5).



**Tabell 5. Skörd (kg/ha och relativtal) vid 9 % vattenhalt på respektive försöksplats. Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt  |
|---|-----------|--------------------|--------------------|-------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 3185=100  | 3500=100           | 3183=100           | 3289=100    |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 104       | 98                 | 96                 | 99          |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 106       | 97                 | 105                | 102         |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 99        | 102                | 88                 | 97          |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 102       | 95                 | 93                 | 97          |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 83        | 79                 | 95                 | 86          |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 96        | 87                 | 92                 | 92          |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 93        | 92                 | 90                 | 92          |
| a. Höstplöjning                           | 3215=100  | 3415=100           | 3079=100           | 3236=100    |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 93        | 91                 | 99                 | 94          |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 100       | 94                 | 102                | 99          |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 96        | 99                 | 92                 | 96          |
| 1. Tidig sådd                             | 3261=100  | 3476=100 (A)       | 3096=100           | 3277=100(A) |
| 2. Sen sådd                               | 91        | 89 (B)             | 95                 | 92(B)       |



**Figur 8 Skörd (kg/ha) för respektive bearbetning, a (plöjning), b (grund bearbetning två gånger på hösten), c (grund bearbetning höst och vår), d (grund bearbetning två gånger på våren) och såtidpunkt 1 (tidig sådd) och 2 (sen sådd), på de tre försöksplatserna. Styv lera(överst), Styvare mellanlera (mitten), Lättare mellanlera (nederst).**

Säby 1

Råfettsskörden följde samma mönster som totalskörden på alla försöksplatser (tabell 6).

**Tabell 6. Råfettsskörd (kg/ha och relativtal) på respektive försöksplats. Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt  |
|---|-----------|--------------------|--------------------|-------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 1408=100  | 1523=100           | 1457=100           | 1463=100    |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 105       | 97                 | 96                 | 99          |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 105       | 96                 | 103                | 101         |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 99        | 101                | 88                 | 96          |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 102       | 96                 | 94                 | 105         |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 83        | 80                 | 94                 | 85          |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 96        | 88                 | 89                 | 91          |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 93        | 92                 | 89                 | 92          |
| a. Höstplöjning                           | 1420=100  | 1491=100           | 1411=100           | 1498=100    |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 93        | 90                 | 98                 | 90          |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 100       | 94                 | 100                | 94          |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 95        | 99                 | 92                 | 92          |
| 1. Tidig sådd                             | 1441=100  | 1502=100           | 1413=100           | 1452=100(A) |
| 2. Sen sådd                               | 91        | 90                 | 95                 | 94(B)       |

## 5.2 Uppkomst

På den styva lera och styvare mellanlera fanns signifikanta skillnader i plantuppkomst mellan bearbetningarna men inte på den lättare mellanlera (tabell 7). Det fanns även signifikanta skillnader mellan tidig och sen sådd på lättare mellanlera (tabell 7). Det förekom inga korrelationer mellan plantuppkomst och skörd.

**Tabell 7. P-värden för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen av slutgiltig plantuppkomst för respektive försöksplats**

|                   | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Såtid             | 0,7795    | 0,0689             | 0,0464*            |
| Bearbetning       | 0,0340*   | 0,0353*            | 0,6254             |
| Såtid*Bearbetning | 0,2764    | 0,4205             | 0,3210             |

På den styva lera och styvare mellanlera var plöjning signifikant bättre än övriga led med 108 respektive 93 plantor/m<sup>2</sup>. På den lättare mellanlera var även plöjning bäst med 97 pl/m<sup>2</sup> men inte signifikant, (tabell 8). På den lättare mellanlera hade sen såtidpunkt signifikant bättre plantuppkomst. Den tidiga sådden gav inte bäst plantuppkomst på den lättare mellanlera, där sen såtid inneburit i snitt 8 plantor mer per m<sup>2</sup> (tabell 8). På den styva lera var det ingen skillnad mellan såtidpunkterna och den styvare mellanlera bringade tidig sådd bättre plantuppkomst än sen såtidpunkt (tabell 8).

**Tabell 8. Slutgiltig plantuppkomst (antal plantor/m<sup>2</sup>.) Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 102       | 93                 | 91                 | 95         |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 104       | 85                 | 95                 | 95         |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 96        | 82                 | 83                 | 87         |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 94        | 88                 | 88                 | 90         |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 115       | 93                 | 104                | 104        |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 97        | 81                 | 92                 | 90         |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 94        | 77                 | 91                 | 87         |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 94        | 75                 | 100                | 90         |
| a. Höstplöjning                           | 108 (A)   | 93 (A)             | 97                 | 99(A)      |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 100 (B)   | 83 (B)             | 94                 | 92(B)      |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 95 (B)    | 80(B)              | 87                 | 87(B)      |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 94 (B)    | 81(B)              | 94                 | 90(B)      |
| 1. Tidig sådd                             | 99        | 87                 | 89(A)              | 92         |
| 2. Sen sådd                               | 100       | 82                 | 97(B)              | 93         |

### 5.3 Gravimetrisk vattenhalt i såbotten

Det var signifikanta skillnader i gravimetrisk vattenhalten i såbotten för både faktorn såtid och faktorn bearbetning på samtliga försöksplatser, (tabell 9).

**Tabell 9. P-värden för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen för gravimetrisk vattenhalt i såbotten för respektive försöksplats**

|                   | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Såtid             | 0,0059*   | <0,0001*           | 0,0001*            |
| Bearbetning       | 0,0076*   | <0,0001*           | 0,0003*            |
| Såtid*Bearbetning | 0,7372    | 0,5360             | 0,5001             |

Vattenhalten i såbotten efter sådd var signifikant högre i sent sådda än tidigt sådda led på alla tre försöksplatserna. Sen såtidpunkt gav i genomsnitt ca 2 % högre vattenhalt i såbotten än tidig såtidpunkt (tabell 10). Led a, höstplöjning hade ca 5 % lägre vattenhalt än led d, grund bearbetning på våren, på samtliga försöksplatser (tabell 10).

**Tabell 10. Gravimetrisk vattenhalt i såbotten (%). Signifikansgrupp inom parentes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 20,5      | 20                 | 16,4               | 18,9       |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 22,8      | 21,3               | 18,4               | 20,8       |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 22,8      | 21,2               | 18,5               | 20,8       |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 24        | 22,8               | 19,4               | 22,1       |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 21,2      | 21,6               | 18                 | 20,3       |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 24,8      | 23                 | 20,5               | 22,8       |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 24,3      | 22,1               | 20,9               | 22,4       |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 26        | 25,3               | 23,3               | 24,9       |
| a. Höstplöjning                           | 20,7(B)   | 20,8 (C)           | 17,2(C)            | 19,6(C)    |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 23,8(A)   | 22,1(B)            | 19,5(B)            | 21,8(B)    |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 23,5(A)   | 21,6(B,C)          | 19,7(A,B)          | 21,6(B)    |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 25,0(A)   | 24,0 (A)           | 21,3(A)            | 23,5(A)    |
| 1. Tidig sådd                             | 22,5(B)   | 21,3 (B)           | 18,2(B)            | 20,7(B)    |
| 2. Sen sådd                               | 24,0(A)   | 23,0 (A)           | 20,7(A)            | 22,6(A)    |

#### 5.4 Volymetriska vattenhalten i såbotten

På samtliga försöksplatser fanns det signifikanta skillnader för faktorn bearbetningsmetod (tabell 11). Vid första mätningen av den volymetriska vattenhalten i såbotten efter sådd var ledet konventionell plöjning i genomsnitt torrast på samtliga jordarter och led d, grund bearbetning två gånger på våren var blötest (tabell 12 & figur 9). Samma mönster gällde även vid andra mätningen som utfördes efter plantuppkomst (tabell 13 och figur 9). Vid både första och andra mätningen var det en skillnad på ca 5 % mellan led a (höstplöjning) och led d (grund bearbetning våren), (tabell 12 & 13). Led a var signifikant torrare på samtliga försöksplatser vid både första och andra mätningen, (tabell 12).

**Tabell 11. P-värden för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen av 1:a och 2:a mätningen av den volymetriska vattenhalt**

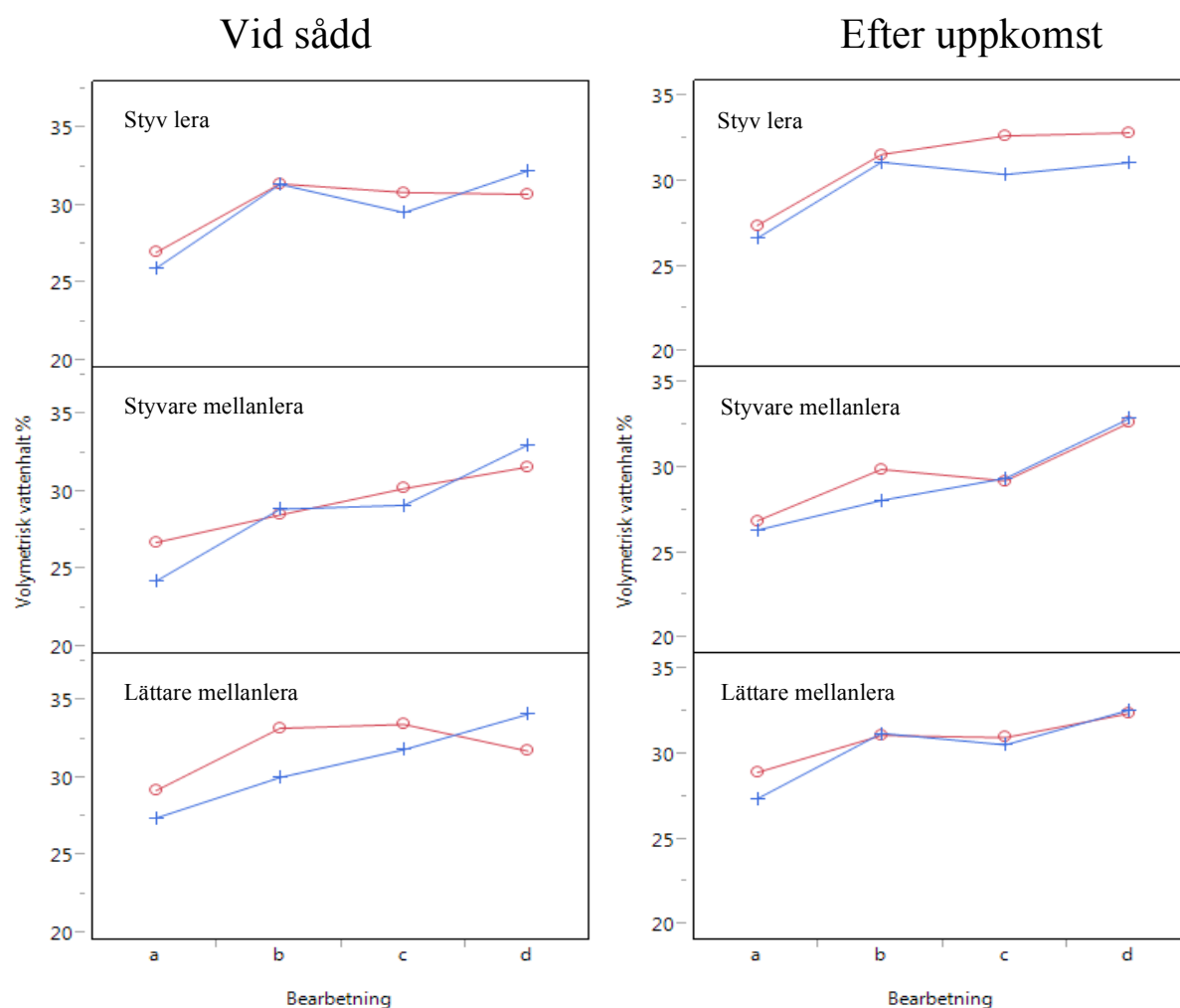
|                           | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|---------------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| 1:a volymetriskamätningen |           |                    |                    |
| Såtid                     | 0,7288    | 0,5312             | 0,1548             |
| Bearbetning               | <0,001*   | <0,0001*           | 0,0069*            |
| Såtid*Bearbetning         | 0,3396    | 0,2395             | 0,0739             |
| 2:a volymetriskamätningen |           |                    |                    |
| Såtid                     | 0,0133*   | 0,4322             | 0,4431             |
| Bearbetning               | <0,0001*  | 0,0013*            | 0,0376*            |
| Såtid*Bearbetning         | 0,5198    | 0,6157             | 0,6252             |

**Tabell 12. 1:a mätningen av den volymetriska vattenhalten (%). Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 27        | 26,8               | 29,2               | 27,7       |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 31,4      | 28,5               | 33,2               | 31,1       |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 30,9      | 30,2               | 33,5               | 31,5       |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 30,8      | 31,6               | 31,8               | 31,4       |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 26        | 24,2               | 27,4               | 25,9       |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 31,4      | 28,9               | 30,1               | 30,1       |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 29,6      | 29,2               | 31,9               | 30,2       |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 32,3      | 33                 | 34,1               | 33,2       |
| a. Höstplöjning                           | 26,5(B)   | 25,5(C)            | 28,3(B)            | 26,8(C)    |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 31,4(A)   | 28,7(B)            | 31,6(A)            | 30,6(B)    |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 30,2(A)   | 29,7(B)            | 32,7(A)            | 30,8(A,B)  |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 31,5(A)   | 32,3(A)            | 32,9(A)            | 32,3(A)    |
| 1. Tidig sådd                             | 30        | 29,3               | 31,9               | 30,4       |
| 2. Sen sådd                               | 29,8      | 28,8               | 30,9               | 29,8       |

**Tabell 13. 2:a mätning av den volymetriska vattenhalten (%). Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 27,4      | 26,9               | 29                 | 27,8       |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 31,6      | 29,9               | 31,1               | 30,9       |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 32,7      | 29,3               | 31                 | 31,0       |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 32,9      | 32,7               | 32,4               | 32,7       |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 26,7      | 26,4               | 27,4               | 26,8       |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 31,2      | 28,1               | 31,3               | 30,2       |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 30,4      | 29,4               | 30,6               | 30,1       |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 31,1      | 32,9               | 32,6               | 32,2       |
| a. Höstplöjning                           | 27,1(B)   | 26,6(C)            | 28,2(B)            | 27,3(C.)   |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 31,4(A)   | 29(B,C)            | 31,2(A)            | 30,5(B)    |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 31,6(A)   | 29,3(B)            | 30,8(A,B)          | 30,6(B)    |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 32(A)     | 32,8 (A)           | 32,5(A)            | 32,4(A)    |
| 1. Tidig sådd                             | 31,2(A)   | 29,7               | 30,9               | 30,6(A)    |
| 2. Sen sådd                               | 29,8(B)   | 29,1               | 30,5               | 29,8(B)    |



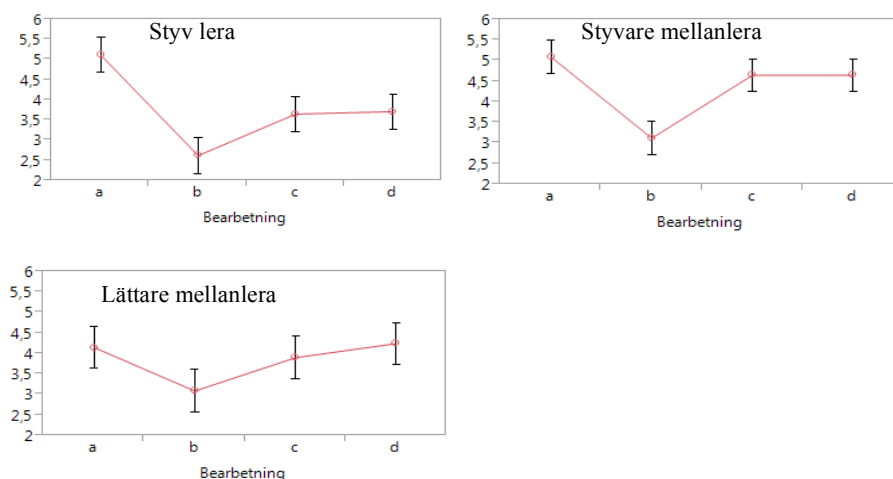
Figur 9. Volumetrisk vattenhalt i såbotten för respektive bearbetning efter sådd (1:a mätningen och efter uppkomst (2:a mätningen, a (plöjning), b (grund bearbetning två gånger på hösten), c (grund bearbetning höst och vår), d (grund bearbetning två gånger på våren) och såtidpunkt 1 (tidig sådd) och 2 (sen sådd)).

## 5.5 Såbäddens djup

Led b, grund bearbetning två gånger på hösten, hade på alla jordarter signifikant grundast såbädd (tabell 14), med ett såddjup på i medeltal på 2,9 cm (tabell 15). Led a, plöjning på hösten, hade i genomsnitt djupast såbädd (tabell 15 och figur 10). Grundbearbetning höst och vår samt två gånger på våren hade ungefär samma djup i såbädden på respektive försöksplats (figur 10 och tabell 15).

Tabell 14. P-värden för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen av djupet på bearbetningsbotten

|                   | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Såtid             | 0,4697    | 0,7533             | 0,1392             |
| Bearbetning       | <0,0001*  | <0,0001*           | 0,0147*            |
| Såtid*Bearbetning | 0,0279*   | 0,0174*            | 0,1673             |



Figur 10. Såbäddens djup (cm) för respektive bearbetning, a (plöjning), b (grund bearbetning två gånger på hösten), c (grund bearbetning höst och vår), d (grund bearbetning två gånger våren) med 95 % konfidensintervall. Överst vänster) Säby 1. Överst höger) Säby 2. Nederst) Säby 3

Tabell 15. Djupet på såbädden (cm). Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns

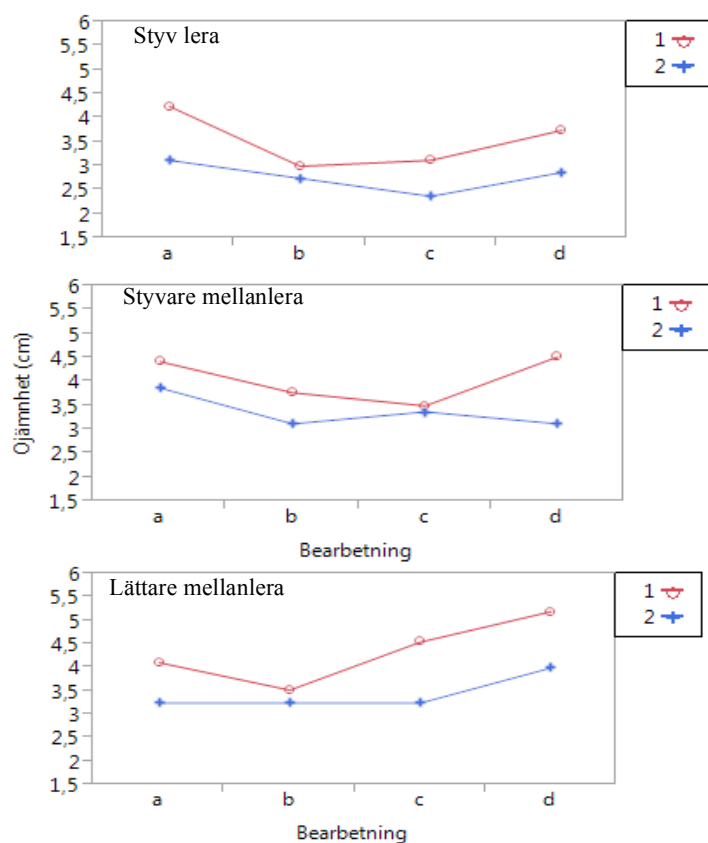
| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 4,6       | 4,8                | 3,9                | 4,4        |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 2,4       | 3,4                | 2,9                | 2,9        |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 3,6       | 4,5                | 3,7                | 3,9        |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 4,2       | 4,9                | 4,4                | 4,5        |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 5,6       | 5,4                | 4,4                | 5,1        |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 2,8       | 2,8                | 3,3                | 3,0        |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 3,8       | 4,8                | 4,1                | 4,2        |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 3,3       | 4,4                | 4                  | 3,9        |
| a. Höstplöjning                           | 5,1(A)    | 5,1(A)             | 4,2(A)             | 4,8(A)     |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 2,6(C)    | 3,1(B)             | 3,1(B)             | 2,9(B)     |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 3,7(B)    | 4,7(A)             | 3,9(A)             | 4,1(A)     |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 3,7(B)    | 4,7(A)             | 4,3(A)             | 4,2(A)     |
| 1. Tidig sådd                             | 3,7       | 4,4                | 3,7                | 3,9        |
| 2. Sen sådd                               | 3,9       | 4,4                | 4                  | 4,0        |

## 5.6 Ytans jämnhet

Det fanns signifikanta skillnader för faktorn såtidpunkt på alla försöksplatser (tabell 16). Sen såtidpunkt hade en signifikant jämnare såyta än tidig sådd på alla tre försöksplatser (tabell 17). Den bearbetningsmetod som i genomsnitt gav jämnast yta efter sådd var grund bearbetning två gånger på hösten (led b). Där var skillnaden mellan högsta och lägsta punkt i 3,2 cm. Grund bearbetning två gånger på våren och höstplöjning var de bearbetningsmetoder som gav den ojämnaste yta på alla jordarter på ca 4 cm mellan högsta och lägsta punkt (figur 11 & tabell 17).

Tabell 16. P-värden för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen om ytans jämnhet

|                   | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Såtid             | 0,0062*   | 0,0040*            | 0,0090*            |
| Bearbetning       | 0,0537    | 0,5062             | 0,1604             |
| Såtid*Bearbetning | 0,6584    | 0,1816             | 0,6115             |



Figur 11. Ytans jämnhet (cm), Uppmätt nivåskillnad mellan markytans högsta och lägsta punkt i förhållande till en referenspunkt för respektive bearbetning, a (plöjning), b (grund bearbetning två gånger på hösten), c (grund bearbetning höst och vår), d (grund bearbetning två gånger på våren) och såtidpunkt 1 (tidig sådd) och 2 (sen sådd).

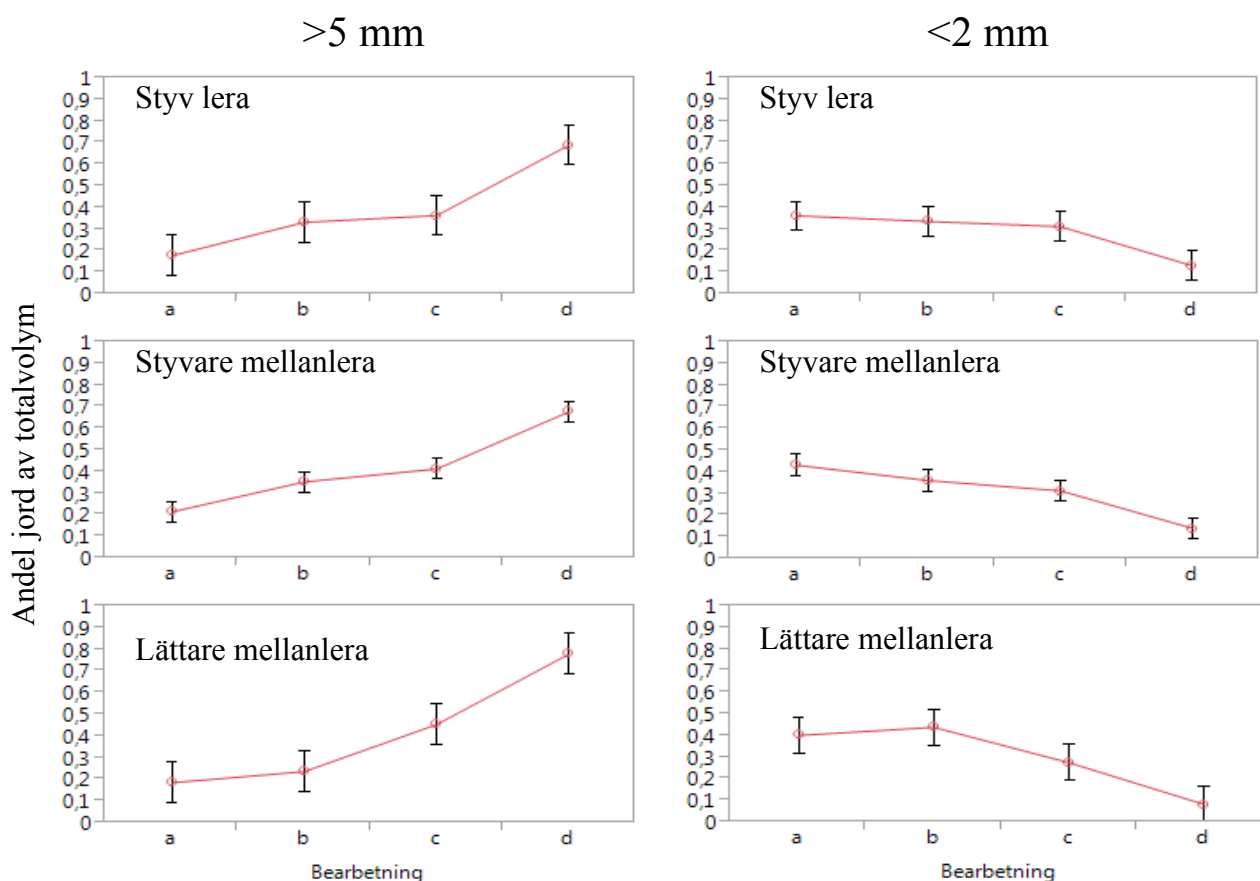


**Tabell 17. Ytans ojämnhet (cm). Uppmätt nivåskillnad mellan markytans högsta och lägsta punkt i förhållande till en referenspunkt. Signifikansgrupp inom parentes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 4,3       | 4,4                | 4,1                | 4,3        |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 3         | 3,8                | 3,5                | 3,4        |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 3,1       | 3,5                | 4,6                | 3,7        |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 3,8       | 4,5                | 5,2                | 4,5        |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 3,1       | 3,9                | 3,3                | 3,4        |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 2,8       | 3,1                | 3,3                | 3,0        |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 2,4       | 3,4                | 3,3                | 3,0        |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 2,9       | 3,1                | 4                  | 3,3        |
| a. Höstplöjning                           | 3,7       | 4,2                | 3,7                | 3,8(A,B)   |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 2,7       | 3,5                | 3,4                | 3,2(C.)    |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 2,8       | 3,4                | 3,9                | 3,4(B,C)   |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 3,3       | 3,8                | 4,6                | 3,9(A)     |
| 1. Tidig sådd                             | 3,5(A)    | 4,1(A)             | 4,3(A)             | 4,0(A)     |
| 2. Sen sådd                               | 2,8(B)    | 3,4(B)             | 3,4(B)             | 3,2(B)     |

## 5.7 Aggregatstorleksfördelning

Led d, grund bearbetning två gånger på våren, hade grövst bruk i såbädden av alla led och på alla försöksplatser med väldigt liten andel finjord (ca 10 % <2 mm i diameter) i både tidig och sen sådd (figur 12 och tabell 2 i appendix). Led a, höstplöjning, hade finast såbruk, med en stor andel finjord under 2 mm på alla försöksplatser (figur 12 och tabell 2 i appendix).



Figur 12. Aggregatstorleksfördelning > 5 mm och < 2 mm för respektive bearbetning, a (plöjning), b (grund bearbetning två gånger på hösten), c (grund bearbetning höst och vår), d (grund bearbetning två gånger på våren) med 95 % konfidensintervall

## 5.8 Jordloppsgradering

Sen såtidpunkt hade signifikant mindre angrepp av jordloppor än tidig såtidpunkt med ca en halv klass mindre i snitt på alla försöksplatser (tabell 18 & 19). Höstplöjda led hade starkast angrepp på den styva leran och den lättare mellanleran och näst högst på styvare mellanleran. Lägst angrepp på alla jordarter hade led d, grund bearbetning två gånger på våren (tabell 19). Den styvare mellanleran hade i genomsnitt större angrepp än övriga försöksplatser (tabell 19).

Tabell 18. P-värden för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen av jordloppsgraderingen

|                   | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Såtid             | 0,0094*   | 0,0003*            | 0,0166*            |
| Bearbetning       | 0,1868    | 0,1381             | 0,3776             |
| Såtid*Bearbetning | 0,3494    | 0,0687             | 0,2751             |

**Tabell 19. Jordloppsgradering (snittklass) på respektive jordart. Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

| Led                                       | Styv lera | Styvare mellanlera | Lättare mellanlera | Genomsnitt |
|---|-----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 2,8       | 3,7                | 3,1                | 3,2        |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 2,8       | 3,9                | 3,1                | 3,3        |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 2,6       | 3,2                | 2,6                | 2,8        |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 2,4       | 3,1                | 2,3                | 2,6        |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 2,7       | 3                  | 2,6                | 2,8        |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 2,2       | 3,1                | 2,4                | 2,6        |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 2,2       | 3,2                | 2,4                | 2,6        |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 2,3       | 2,6                | 2,3                | 2,4        |
| a. Höstplöjning                           | 2,8       | 3,4                | 2,8                | 3,0        |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 2,5       | 3,5                | 2,8                | 2,9        |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 2,4       | 3,2                | 2,5                | 2,7        |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 2,4       | 2,9                | 2,3                | 2,5        |
| 1. Tidig sådd                             | 2,7(B)    | 3,5(B)             | 2,8(B)             | 3,0(A)     |
| 2. Sen sådd                               | 2,3(A)    | 3,0(A)             | 2,4(A)             | 2,6(B)     |

## 5.9 Gårdsstudier

Enligt lantbrukaren i gårdsstudien avkastade vårrapsen i Vassunda 2375 kg/ha i genomsnitt för både fältet som kördes med tallrikskultivator och pinnkultivator. De två fälten hölls inte isär vid skörd. Den gravimetriska vattenhalten i såbotten var efter sådd ca 24 % för båda leden och den volymetriska ca 35 % vid både sådd och efter uppkomst (tabell 20). Såbäddsdjupet var signifikant olika i genomsnitt 2,9 cm efter bearbetning med tallrikskultivator och 4,3 cm efter bearbetning med pinnkultivator. Ojämnheten i ytan var ca 4 cm för båda leden, tabell 20). Jordloppsgraderingen gav ett genomsnitt på 1,6 för tallrikskultivatoren och 1,9 för pinnkultivatoren, vilket är relativt lågt.

**Tabell 20. Skörd, uppkomst och såbäddsegenskaper efter bearbetning med pinnkultivator (P) och tallrikskultivator (T) i gårdsstudien i Vassunda. Signifikansgrupp inom parantes när signifikanta skillnader finns**

|              | Skörd<br>kg/ha | Uppkomst<br>pl/m <sup>2</sup> | Gravimetrisk<br>Vattenhalt % | Volymetrisk vattenhalt<br>1:a % | Volymetrisk vattenhalt<br>2:a % | Bearbetnings-<br>botten cm | Ytans<br>ojämnhet cm |
|--------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|
| P-kultivator | 2375           | 105                           | 23,7                         | 34,7                            | 35,6                            | 4,3(B)                     | 4,3                  |
| T-kultivator | 2375           | 109,2                         | 24,6                         | 36,7                            | 34,1                            | 2,9(A)                     | 3,9                  |

Ledet med tallrikskultivator gav ett bruk med högre andel finjord i såbädden än ledet med pinnkultivator (tabell 21).

**Tabell 21. Aggregatstorleksfördelning i såbädden efter bearbetning med pinnkultivator (P) och tallrikskultivator (T) i gårdsstudien i Vassunda.**

|              | Aggregatstorleksfördelning |          |        |
|--------------|----------------------------|----------|--------|
|              | >5 mm                      | 2 - 5 mm | < 2 mm |
| P-kultivator | 0,52                       | 0,21     | 0,27   |
| T-kultivator | 0,44                       | 0,26     | 0,29   |

## 6. Diskussion

Att det inte blev några större skillnader i skörd mellan bearbetningsleden kan bero på att året inte hade någon försommartorka. Nederbörden i maj var dubbelt så hög som ett normalår. Det kom bra med nederbörd efter både tidig och sen sådd och fukt till fröet var sannolik inte en begränsande faktor. Nederbörd efter sådd ger fler frön goda chanser att gro. Sådden skedde relativt tidigt för området och en ganska kall vår medförde att inga större jordloppsangrepp inträffade vilket också gynnade skörden. Att jordloppor är ett problem visar resultaten från motsvarande försök utfört av Arvidsson (2014) där stora problem med jordloppor uppstod och skörden inte blev över 2000 kg i något led. Försök från tidigare år visar dock att grund jordbearbetning kan vara en bra metod att använda vid etablering av vårraps. Av resultaten från försöket 2014 (Arvidsson, 2014) ser man att reducerad jordbearbetning gav större skörd än konventionell bearbetning. Grund bearbetning två gånger på våren gav ca 10 % större skörd på både lättleran och den styva leran jämfört med höstplöjning. På styv lera gav även grund bearbetning två gånger på hösten ca 10 % högre skörd jämfört med höstplöjning (Arvidsson, 2014). Också i försöksserie R2-4136 (Bölenius, 2014) gav grund bearbetning med tallrik större skörd för våroljeväxter än höstplöjning.

Att den sena såtidpunkten hade högst gravimetrisk vattenhalt i såbotten och att det inte var några större skillnader i den volymetriska vattenhalten beror förmodligen på att det kom regn efter den sena såtidpunkten. Att led d, grund bearbetning två gånger på våren, hade högst gravimetrisk vattenhalt på alla försöksplatser stämmer väl överens med teorin att reducerad vårbearbetning spar fukt. Det höstplöjda ledet (led a), var också torrast i denna studie.

Om vattenhalten i marken är för hög kan det vara svårt att få till ett bra bearbetningsresultat vid vårbearbetning. Enligt teorin skulle en senare sådd ge led d med grund bearbetning två gånger på våren bättre förhållande vid bearbetning och därmed bättre chans att få en fin såbädd, men så blev det inte i detta försök. Här hade tidig och sen sådd ungefär samma aggregatstorleksfördelning i såbädden efter grund bearbetning två gånger på våren. Andelen aggregat mindre än 5 mm i diameter var i genomsnitt ca 20-30 %. Den styva leran hade högst och den lättare mellanleran lägst andel finjord. För både den styva och lättare mellanleran låg alltså andel aggregat mindre än 5 mm diameter långt under de 50 % som försök säger att det minst bör vara. I detta fall hade lantbrukaren i Vassunda lyckats betydligt bättre med sin jordbearbetning som skedde vid en tidpunkt mellan den tidiga och den sena sådden i fältförsöket. Lantbrukaren i Vassunda hade i genomsnitt ca 50 % andel finjord i sina fält. Eftersom det kom mer än dubbelt så mycket nederbörd under maj jämfört med ett normalår medförde det dock att hög avdunstning från en grov såbädd inte var av betydelse för vattentillgången och skörd.

Ytterligare en orsak till att det var svårt att få tillräckligt med finjord i led d, grund bearbetning två gånger på våren, var att det i studien användes en ny modell av tallrikredskap med större bearbetande tallrikar. De större tallrikarna medförde problem med att köra så grunt som kanske var önskvärt och mer blöt råjord drogs upp och bidrog till en grov såbädd. Höstbearbetningarna gjordes med tallriksredskap av modell med mindre tallrikar som är lättare att köra grunt med. Detta kan också vara en anledning att led b (grund bearbetning två gånger på hösten) hade en signifikant grundare sådd än övriga led. Ett problem vid jordbearbetningen i försöken kan vara att hastigheten påverkar resultatet, en högre hastighet på redskapet kan ge ett bättre resultat. Försöksrutorna var för små för att kunna köras i rekommenderad hastighet från maskintillverkaren, vilket kan ha medfört att andelen finjord blev låg.

I försöksupplägget ingår inte höstharvning i ledet med höstplöjning. År med försommartorka hade en höstharvning kunnat gynna ledet med höstplöjning. Blir det en ojämnhet vid harvning på våren vilket kan bidra till sämre uppkomst. Med en höstharvning blir upptorkningen på våren jämnare vilket gynnar småfröiga grödor. Allmänna rekommendationen är att höstharva inför vårraps om möjlighet finns.

Plantuppkomsten har för plöjning varit runt den allmänna rekommendationen på 100 plantor/m<sup>2</sup> och led b, grund bearbetning två gånger på hösten, strax under rekommendationen. För grund bearbetning höst och vår samt grund bearbetning två gånger på våren var dock uppkomsten på styvare mellanlera och lättare mellanleran betydligt sämre, i snitt 80–90 plantor/m<sup>2</sup>. Lantbrukaren i Vassunda hade lyckas bättre med uppkomsten och fick över 100 plantor/m<sup>2</sup>. En möjlig förklaring är större andel finjord på fältet i Vassunda. I den statistiska analysen fanns inga korrelationer mellan plantuppkomst och skörd på någon av försöksplatserna, det vill säga antalet plantor har inte påverkat skördenivån i dessa försök. Det finns mycket svaga korrelationer mellan plantuppkomst och aggregatstorleksfördelningen i såbädden. En större andel aggregat över 5 mm har haft en något negativ påverkan och aggregat under 2 mm en något positiv inverkan på plantuppkomsten.

Det fanns signifikanta skillnader i jordloppsangrepp mellan såtidpunkterna på alla försöksplatser. Tidig sådd hade större angrepp än sen sådd. En möjlig förklaring till detta är att bekämpning mot jordloppor inte genomfördes förrän efter uppkomst i sent sådda led. Alltså har plantorna i tidigt sådda led varit utsatta för angrepp under en längre tid än sent sådda plantor. Grund bearbetning två gånger på våren hade lägre angrepp av jordloppor. De starkaste angreppen hade höstplöjda led. Jordloppsangreppen följer samma mönster som hos Milbrath m.fl., 1995; Dosdall m.fl., 1999; och Lensen m.fl., 2007. Dessa kom i sina försök fram till att reducerad jordbearbetning med mycket växtrester och grövre struktur, minskar angreppen av jordloppor jämfört med höstplöjning som ger en jämn och ren såbäddsyta.

## 7. Slutsats

Grund reducerad jordbearbetning till vårraps fungerar lika bra som konventionell höstplöjning på lerjordar och kan öka odlingssäkerheten för grödan. Odlingssäsongen 2015 var ovanligt gynnsam och alla led gav hög skörd. Det kom ovanligt mycket nederbörd efter sådd i ett område som ofta drabbas av försommartorka och fröna fick goda betingelser att gro oavsett etableringsmetod. Grund reducerad jordbearbetning gav en högre vattenhalt i såbotten jämfört med höstplöjning vilket kan vara betydelsefullt under torra år. Höstplöjning hade större angrepp av jordloppor än grund bearbetning på våren.

I försöken var timingen med jordbearbetning på våren inte optimal och ledet med enbart grund bearbetningen på våren fick en grov såbädd, vilket skulle kunna ha varit ogynnsamt ett torrt år. Lantbrukaren i gårdsstudien lyckades väl med grund bearbetning och fick en andel finjord på ca 50 % och god plantuppkomst. Grund reducerad bearbetning kan vara ett bra alternativ till våroljeväxter för att öka intäkterna i odlingen eftersom det innebär minskade kostnader för jordbearbetning.

## 8. Referenser

- Al-Barzinjy, M., StØlen, O., Christiansen, J.L., Jensen, J.E. (1999). *Relationship Between Plant Density and Yield for Two Spring Cultivars of Oilseed Rape (Brassica napus L.)* Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science. 129-133.
- Arvidsson, J. (1997). *Tidig sådd – reducerar bearbetning för vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-96*. Rapport 92, Avd. för jordbearbetning, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Arvidsson, J. & Pedersen, M. (2010). *Försök med såbäddsberedning och sådd till våroljeväxter*. Rapporter från jordbearbetningen, Nr 119, Inst. mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Arvidsson, J., Etana, A. & Rydberg, T. (2013). *Försök med plöjningsfri odling och direktsådd 1983-2012*. Rapporter från jordbearbetningen. Nr 127, Inst. mark och miljö. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Arvidsson, J. (2014). *Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren*. Jordbearbetningens årsrapport 2014, Rapporter från jordbearbetningen. Nr 132. Inst. för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Blomquist, J. (2013). *Storslam för Sättras sena sådd*. Svensk Förtidning, nr 1/13
- Bölenius, E. (2014). *Carrier på hösten eller våren?* Jordbearbetningens årsrapport 2014, Rapporter från jordbearbetningen. Nr 132. Inst. mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Bengtsson, A. (1982). *Försök med bekämpning av jordloppor i vårraps och vårrybs*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport 111. ISSN: 0348-1034.
- Chen, C., Jacksson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson G. & Johnson, D. (2005). *Determining the feasibility of early seeding canola in the northern great plains*. Agronomy Journal, vol 97, 1252-1262
- Christen, O. (1998). *Untersuchungen zur Anbautechnik von Winterweizen nach unterschiedlichen Vorfruchtkombinationen*. Habilitationsschrift an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Dosdall, L.M., M.G. Dolinski, N.T. Cowle & P.M. Conway. (1999). *The effect of tillage regime, row spacing and seeding rate on feeding damage by flea beetles, Phyllotreta spp. (Coleoptera: Chrysomelidae, in canola in central Alberta, Canada*. Crop Protection Vol 18, s 217-224.

Ekbom, B. & Kuusk, A-K. (2005). *Jordloppor i våroljeväxter*. Faktablad om växtskydd, Jordbruk, 45 J. Sveriges lantbruksuniversitet.

Engstrand, U. & Olsson, U. (2003). *Variansanalys och försöksplanering*. Lund, Studentlitteratur.

Fogelfors, H. (2001). *Växtproduktion i jordbruket*. Natur och kultur/ LTs förlag. Borås, Centraltryckeriet.

Grip, H. & Rodehe, A. (2009). *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren & Fallgren Studieförlag AB. Stockholm. Carlshamns Tryck & Media AB.

Haraldsson, L. (2008). *Hungriga jordloppor halverar skörden*. Svensk Frötidning 6/08

Heinonen, R. (1985). *Soil management and crop water supply*. 4th edition. Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala

Henriksson, L. (1987). *Såbäddsberedning till våroljeväxter 1983-1985*. Forskningsrapporter från oljeväxtodlarna IV 1987.

Håkansson, I., Myrbeck, Å. & Etana, A. (2002). *A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden*. Soil & Tillage Research 64. S 23-40

Håkansson, I., Arvidsson, J., Etana, A., Rydberg, T. & Keller T. (2013). *Effects of seedbed properties on crop emergence. Requirements of crops with small seeds*. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science, 63:6, 554-563.

Håkansson, I., Arvidsson, J. & Rydberg, T. (2011). *Effects of seedbed properties on crop emergence: 2. Effects of aggregate size, sowing depth and initial water content under dry weather conditions*. Acta Agriculturae Scandinavica. Section B – Soil & Plant Science, 61:5, 469-479.

JMP (2015-10-26). *JMP*. Tillgänglig: <http://www.jmp.com> [2015-10-26]

Johnsson, W.H. & Buchele, W.F. (1961). *Influence of soil granule size and compaction on rate of soil drying and emergence of corn*. Trans. ASAE 4, 170-174.

Jordbruksverket. (2015-11-12) *Jordbruksstatistikens sammanställning 2015*. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/omjordbruksverket/statistik/jordbruksstatistiksammanstallning/jordbruksstatistiksammanstallning2015.4.5c09bf0b14e0f8f1b01f16b8.html> [2015-11-18]

Jordbruksverket. (2015 11-29) *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2015*. Tillgängligt: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo1412.html> [2015-11-29]



Kritz, G. (1983). *Såbäddar för vårstråsäd: en stickprovsundersökning*. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr 65, Avd. för jordbearbetning, Inst. för markvetenskap, 187s. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Lenzen, A.W., G.D. Johnsson, S.L. Blodgett & H.B. Goosey. (2007). *Influence of tillage system, oilseed species, and insecticidal seed treatment on flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) damage, oilseed production and postharvest residue cover*. J. Entomol. Sci. Vol 42(2), s 1-10.

Milbrath, L.R., M.J. Weiss & B.G. Schatz. (1995). *Influence of tillage system, planting date, and oilseed crucifers on flea beetle populations (Coleoptera: Chrysomelidae)*. Can. Ent. Vol 127(3), s 289-293.

Pedersen, M. (2009) *Temperaturens betydelse för groning och uppkomst av oljeväxter*. Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen, nr 58, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Sidlauskas, G. Bernotas, S. (2003). *Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (Brassica napus L.)*. Agronomy Research. 229-243.

SMHI (2015-09-01) *Nederbörd*. Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord> [2015-09-01]

SMHI. (2011-09-23). *Vegetationsperiod*. Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2015-09-01]

Wejde, T. (2011). *Direktsådd under svenska förhållanden*. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen. Nr 64. Avd. för jordbearbetning. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

## Appendix

**Tabell 22. P-värde för faktorerna såtidpunkt och bearbetningsmetod samt samspelet mellan såtidpunkt och bearbetningsmetod från den statistiska analysen av aggregatstorleksfördelningen på respektive jordart**

|                   | Styv lera |          |          | Styvare mellanlera |          |          | Lättare mellanlera |          |         |
|-------------------|-----------|----------|----------|--------------------|----------|----------|--------------------|----------|---------|
|                   | >5mm      | 2-5mm    | <2mm     | >5mm               | 2-5mm    | <2mm     | >5mm               | 2-5mm    | <2mm    |
| Såtid             | 0,2289    | 0,1898   | 0,4268   | 0,9780             | 0,1414   | 0,5002   | 0,3081             | 0,3094   | 0,0337* |
| Bearbetning       | <0,0001*  | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001*           | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001*           | <0,0001* | 0,0001* |
| Såtid*Bearbetning | 0,9986    | 0,3923   | 0,7883   | 0,0134*            | 0,3162   | 0,0084*  | 0,2832             | 0,8246   | 0,1194  |



Tabell 23. Aggregatstorleksfördelningen på respektive jordart

| Led                                       | Styv lera |       |       | Styvare mellanlera |       |      | Lättare mellanlera |       |      |
|---|-----------|-------|-------|--------------------|-------|------|--------------------|-------|------|
|   | >5mm      | 2-5mm | <2 mm | >5mm               | 2-5mm | <2mm | >5mm               | 2-5mm | <2mm |
| 1a. Höstplöjning, tidig sådd              | 0,19      | 0,46  | 0,35  | 0,24               | 0,36  | 0,41 | 0,25               | 0,42  | 0,33 |
| 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd | 0,35      | 0,32  | 0,34  | 0,33               | 0,26  | 0,40 | 0,22               | 0,35  | 0,44 |
| 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd | 0,38      | 0,33  | 0,30  | 0,47               | 0,26  | 0,28 | 0,48               | 0,28  | 0,24 |
| 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd  | 0,71      | 0,16  | 0,14  | 0,63               | 0,18  | 0,19 | 0,78               | 0,14  | 0,09 |
| 2a. Höstplöjning, sen sådd                | 0,17      | 0,46  | 0,38  | 0,19               | 0,35  | 0,46 | 0,12               | 0,41  | 0,47 |
| 2b. Grund bearb. två ggr höst, sen sådd   | 0,32      | 0,34  | 0,34  | 0,38               | 0,30  | 0,32 | 0,26               | 0,30  | 0,44 |
| 2c. Grund bearb. höst och vår, sen sådd   | 0,35      | 0,32  | 0,33  | 0,36               | 0,29  | 0,35 | 0,43               | 0,26  | 0,31 |
| 2d. Grund bearb. två ggr vår, sen sådd    | 0,67      | 0,21  | 0,13  | 0,73               | 0,18  | 0,09 | 0,79               | 0,14  | 0,08 |
| a. Höstplöjning                           | 0,18      | 0,46  | 0,36  | 0,22               | 0,35  | 0,43 | 0,19               | 0,41  | 0,40 |
| b. Grund bearb. två ggr höst              | 0,33      | 0,33  | 0,34  | 0,35               | 0,28  | 0,36 | 0,24               | 0,32  | 0,44 |
| c. Grund bearb. höst och vår              | 0,37      | 0,32  | 0,31  | 0,41               | 0,27  | 0,32 | 0,46               | 0,27  | 0,28 |
| d. Grund bearb. två ggr vår               | 0,69      | 0,18  | 0,13  | 0,68               | 0,18  | 0,14 | 0,78               | 0,14  | 0,08 |
| 1. Tidig sådd                             | 0,40      | 0,31  | 0,28  | 0,42               | 0,26  | 0,32 | 0,43               | 0,30  | 0,27 |
| 2. Sen sådd                               | 0,38      | 0,33  | 0,29  | 0,42               | 0,28  | 0,30 | 0,40               | 0,28  | 0,33 |